

Mercury

विज्ञानम्

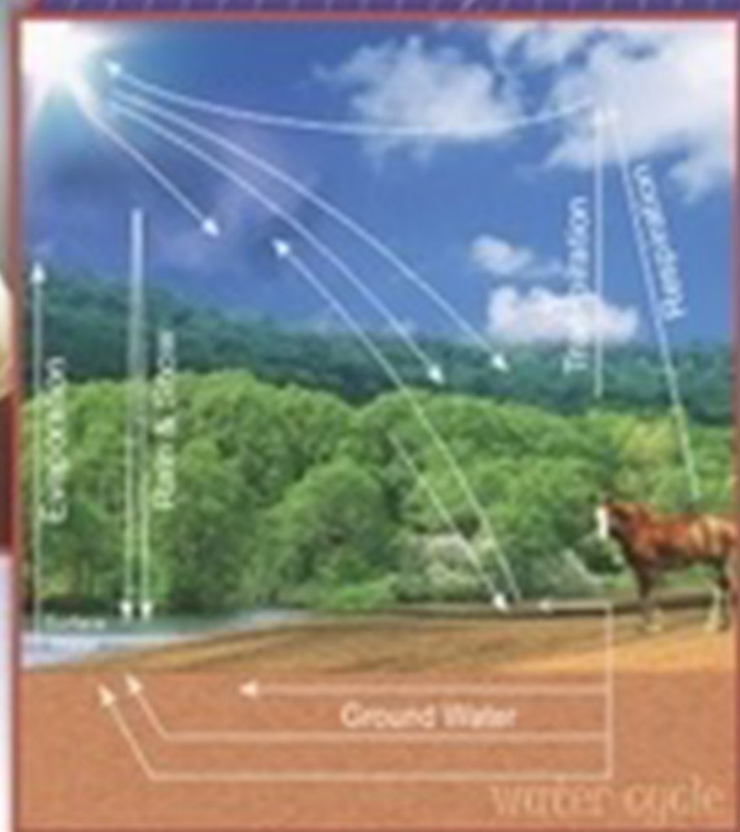
नवमकक्ष्यार्यै पाठ्यपुस्तकम्

Carbon

Oxygen

Iron

Copper



विज्ञानम्

नवमकक्ष्यायै विज्ञानस्य पाठ्यपुस्तकम्



राष्ट्रीय-शैक्षिकानुसन्धान-प्रशिक्षण-परिषद्

NATIONAL COUNCIL OF EDUCATIONL RESEARCH AND TRAINING

अक्तूबरमासः 2006 इत्यस्मात् संस्करणात्
अस्माभिः संस्कृतानुवादः कृतः ।

आमुखम्

राष्ट्रियपाठ्यचर्यायाः रूपरेखा (2005) ज्ञापयति यत् बालानां विद्यालयीयं जीवनं तेषां बाह्यजीवनेन सह योजनीयम्। एषः सिद्धान्तः पुस्तकीयज्ञानस्य तस्मात् न्यासात् विपरीतः अस्ति यस्य प्रभावात् अस्माकं शिक्षाव्यवस्था अद्य पर्यन्तं विद्यालयस्य, गृहस्य तथा च समाजस्य मध्ये अन्तरालं विरचितवती अस्ति। राष्ट्रियपाठ्यचर्यायाः रूपरेखायाम् (2005) आधारिताः पाठ्यक्रमाः तथा च पाठ्यपुस्तकानि एतम् आधारभूतं विचारं क्रियान्वेतुं प्रयासाः सन्ति। एतस्मिन् प्रयासे प्रत्येकं विषयस्य स्वस्वसीमायाम् बन्धनस्य तथा च पठनसामग्र्याः रटनस्य प्रवृत्तेः विरोधः अपि सम्मिलितः अस्ति। आशा अस्ति यत् एषः प्रयासः अस्मान् (1986) राष्ट्रियशिक्षानीतौ वर्णितायाः बालकेन्द्रितशिक्षाव्यवस्थायाः दिशि बहु दूरं यावत् नेष्यति।

अस्य प्रयत्नस्य सफलता अधुना अस्मिन् विषये आश्रिता अस्ति यत् विद्यालयानां प्रधानाचार्याः कल्पनाशीलानां क्रियाकलापानां तथा च प्रश्नानां साहाय्येन स्वयं शिक्षणे तथा च शिक्षणप्रक्रियासमये स्वस्य अनुभवेषु विचारं कर्तुं कियन्तम् अवसरं कल्पयन्ति। अस्माभिः एतत् मन्तव्यं भविष्यति यत् यदि उचितपरिवेशः, समयः तथा च सुविधा प्रदीयेत तर्हि बालाः ज्येष्ठद्वारा कृतायाः सूचनासामग्र्याः स्वयं विश्लेषणं कृत्वा नूतनज्ञानस्य सर्जनं कर्तुं शक्नुवन्ति। शिक्षायाः विविधसाधनानां तथा च स्रोतसाम् अनवधानकरणस्य प्रमुखं कारणं पाठ्यपुस्तकं परीक्षायाः एकमात्रम् आधारं कर्तुं प्रवृत्तिः अस्ति। सर्जनं तथा च प्रस्तावं विकसितं कर्तुम् एतत् आवश्यकम् अस्ति यत् अस्माभिः बालाः ज्ञानस्य केवलं निर्धारितस्य भाण्डागारस्य ग्राहिणः इति त्यक्तव्यं तथा च ते शिक्षणस्य प्रक्रियायां पूर्णतया सहभागिनः मन्तव्याः निर्मातव्याः च।

एतानि उद्देश्यानि विद्यालये दिनचर्यायां तथा च कार्यशैल्यां पर्याप्तमात्रायां परिवर्तनं याचन्ति। दैनिकसमयसारण्यां नमनीयता तावती एव आवश्यकी यावती वार्षिकदिनदर्शिकायाः क्रियान्वयने गतिशीलता आवश्यकी, येन शिक्षणार्थं नियतदिनानां संख्या यथार्था भवितुं शक्नुयात्। शिक्षणस्य तथा च मूल्याङ्कनस्य विधयः अपि एतं विषयं निश्चेष्टयन्ति यत् एतत् पाठ्यपुस्तकं विद्यालये बालानां जीवनं मानसिकपीडनस्य जामितायाः च स्थाने आनन्दस्य अनुभवनिर्माणे कियत् प्रभावि सिद्धं भवति। भारस्य समस्याम् दूरीकर्तुं पाठ्यक्रमनिर्मातारः विभिन्नचरणेषु ज्ञानस्य पुनर्निर्धारणसमये बालानां मनोविज्ञानाय अध्यापनाय च उपलब्धस्य समयस्य अवधाने पूर्वापक्षेया अधिकजागरूकान् प्रयासान् कृतवन्तः सन्ति। एतान् प्रयासान् इतोऽपि वर्धयितुम् एतत् पाठ्यपुस्तकं विचारविमर्शस्य, विस्मयस्य, लघुसमूहे वार्तालापस्य, वादविवादस्य, स्वयं क्रियमाणानां क्रियाकलापानां च कृते प्राथमिकतां ददाति।

एन.सी.ई.आर.टी.द्वारा एतस्य पुस्तकस्य रचनायाः कृते निर्मितायाः समितेः परिश्रमस्य कृते कृतज्ञता व्यक्तीक्रियते। परिषद् एतस्य पाठ्यपुस्तकस्य परामर्शदात्र्याः समितेः अध्यक्षस्य प्रो.जे.वी. नाल्कीकरस्य तथा च एतस्य पाठ्यपुस्तकस्य मुख्यपरामर्शदातुः प्रो. रूपमञ्जरी घोषस्य विशेषतया कृतज्ञा अस्ति। एतस्य पाठ्यपुस्तकस्य विकासे बहवः शिक्षकाः योगदानं कृतवन्तः, एतत् योगदानं सम्भवं कर्तुं वयं तेषां प्राचार्याणां कृतज्ञाः स्मः। वयं ताः सर्वाः संस्थाः तथा च सङ्घटानि प्रति कृतज्ञाः स्मः याः स्वस्य संसाधनानां, सामग्रीणां तथा च सहयोगिनां साहाय्यं स्वीकर्तुम् अस्माकम् उदारतापूर्वकं सहयोगं कृतवत्यः। मानवसंसाधनविकासमन्त्रालयस्य अधीनेन उच्चमाध्यमिकेन तथा च उच्चतरशिक्षाविभागेन प्रो.मृणालमीरीवर्यस्य तथा च प्रो.जी.पी.देशपाण्डेवर्यस्य अध्यक्षतायां घटितायाः संरक्षणसमितेः सदस्यानां स्वस्य अमूल्यं समयं तथा च सहयोगं दातुं वयं कृतज्ञाः स्मः। व्यस्थागतपरिष्कारेषु तथा च स्वस्य प्रकाशनेषु निरन्तरं प्रगतिम् आनेतुं समर्पिता एन.सी.ई.आर.टी. टिप्पणीनां तथा च परामर्शानां स्वागतं करिष्यति येन भाविसंशोधनेषु सहायता स्वीकर्तुं शक्येत।

नवदेहली

20 नवम्बर 2006

निदेशकः

राष्ट्रियशैक्षिकानुसंधान

प्रशिक्षणपरिषद्

पाठ्यपुस्तकनिर्माणसमिति:

अध्यक्षः, विज्ञानस्य तथा च गणितस्य परामर्शदातृसमूहः

जे. वी. नार्लीकरः, इमेरिटस प्रोफेसर, अन्तर-विश्वविद्यालयः, केन्द्रं - खगोलविज्ञानं तथा च खगोलभौतिकी, पुणे

मुख्यपरामर्शदाता

रूपमञ्जरी घोषः, प्रोफेसर, भौतिकविज्ञानसंस्थानम्, जवाहरलाल नेहरू विश्वविद्यालयः, नवदेहली

सदस्यगणः

अञ्जनी कौल, प्रवक्ता, विज्ञानगणितशिक्षाविभागः, एन.सी.ई.आर.टी., नवदेहली

अनुपम पचौरी, 1317, सेक्टर – 37, फरीदाबाद, हरियाणा

अनुराधा गुलाटी, पी.जी.टी. सी.आर.पी.एफ. पब्लिक स्कूल, रोहिणी, दिल्ली

असफा एम. यासीन, रीडर, पंडित सुन्दरलाल शर्मा केन्द्रीय व्यावसायिक शिक्षा संस्थान, एन.सी.ई.आर.टी., भोपालम्

उमा सुधीर, एकलव्य, इन्दौर, मध्यप्रदेशः

एच.एल. सतीशः, टी.जी.टी., डी.एम. विद्यालयः, क्षेत्रीयशिक्षासंस्थानम्, मैसूरम्, कर्नाटकम्

एस.सी.जैन, प्रोफेसर, डी.ई.एस.एम., एन.सी.ई.आर.टी., नवदेहली

एस.के.दासः, रीडर, (डी.ई.एस.एम.), एन.सी.ई.आर.टी., नवदेहली

एस. लवानिया, रीडर, वनस्पतिशास्त्रविभागः, लखनऊ विश्वविद्यालयः, लखनऊ, उत्तरप्रदेशः

चारू मेनी, पी.जी.टी., डी.ए.वी. विद्यालयः, सेक्टर – 14, गुडगाँव, हरियाणा

दिनेशकुमारः, रीडर, डी.ई.एस.एम., एन.सी.ई.आर.टी., नवदेहली

पूरनचन्दः, संयुक्तनिदेशकः, एन.सी.ई.आर.टी., नवदेहली

ब्रह्मप्रकाशः, प्रोफेसर, डी.ई.एस.एम., एन.सी.ई.आर.टी., नवदेहली (समन्वयकः – आंग्लसंस्करणम्)

माधुरी महापात्रा, रीडर, क्षेत्रीयशिक्षासंस्थानम्, भुनवेश्वर, उड़ीसा

सुजाता जी. डी., सहायकशिक्षिका, वी.वी.एस., सरदार पटेल हाई स्कूल, राजाजी नगर, बंगलौर, कर्नाटक

सत्यजीत रथः, वैज्ञानिकः, नेशनल इंस्टीट्यूट ऑफ़ इम्यूनोलॉजी, जे.एन.यू. कैम्पस, नवदेहली

सुखवीरसिंहः, रीडर, डी.ई.एस.एम., क्षेत्रीयशिक्षासंस्थानम्, अजमेर, राजस्थानम्

हिन्दी अनुवादकाः

कृष्ण भगवान गुप्तः, प्रोफेसर, (प्राप्तावकाशः) एन.सी.ई.आर.टी., नवदेहली

कन्हैयालालः, प्राचार्यः (प्राप्तावकाशः), 121, अफगानन, दिल्लीगेट, गाज़ियाबाद, उत्तरप्रदेशः

गरिमा एस. वर्मा, स्पेक्ट्रम कम्युनिकेशन्स, शहीद भगत सिंह मार्केट, नवदेहली

प्रवीण कुमार सिंहः, स्पेक्ट्रम कम्युनिकेशन्स, शहीद भगत सिंह मार्केट, नवदेहली

सदस्यसमन्वयकाः

गगन गुप्तः, रीडर, विज्ञानगणितशिक्षाविभागः, एन.सी.ई.आर.टी., नवदेहली

आभारः

पुस्तकस्य अन्तिमस्वरूपस्य कृते आयोजितायां कार्यशालायां भागं स्वीकर्तृणां निम्नलिखितानां प्रतिभागिनां बहुमूल्यटिप्पणीनां विषये परिषद् समरकेतोः, पी.जी.टी., (भौतिकी), जवाहर-नवोदय-विद्यालयः, मेसरा, राँची; कुलदीप-सिंहस्य, टी.जी.टी. (विज्ञानम्), जवाहर-नवोदय-विद्यालयः, सरधना, मेरठम्, उत्तरप्रदेशः; समित-कुमार-भटनागरस्य, टी.जी.टी. (विज्ञानम्), सर्वोदय-उच्चतर-माध्यमिक-विद्यालयः नं. 2, उत्तमनगरम्, नवदेहली; मनोज-कुमार-गुप्तस्य, प्रवक्तुः (रसायनविज्ञानम्) मुखर्जी-मेमोरियल-उच्चतर-माध्यमिक-विद्यालयः, शाहदरा, दिल्ली; बी.एन.पाण्डेवर्यस्य, प्राचार्यस्य, ऑर्डिनेंस-फैक्ट्री, उच्चतर-माध्यमिक-विद्यालयः, देहरादूनम्; वी.एन.पाठकस्य, प्रोफेसर (रसायनविज्ञानम्), राजस्थान-विश्वविद्यालयः, जयपुरम्; आर.ए.गोयलस्य, प्राचार्यस्य, (प्राप्तावकाशस्य) पीतमपुरा, दिल्ली; आर.जी. शर्मणः, वरिष्ठविज्ञानम्, काउंसिलर, साइंस सेक्टर नं. 2, बसन्त-विहारः, दिल्ली; पी.एन.वार्ष्णेयस्य, प्राचार्यस्य (प्राप्तावकाशस्य) शिक्षाविभागः, नवदेहली; सीमा-गुप्तायाः, विज्ञानशिक्षिकायाः, एस.एल.एस., डी.ए.वी. पब्लिक-स्कूल, मौसम-विहारः, दिल्ली; जयप्रकाश-गुप्तस्य, प्रवक्तुः, (भौतिकविज्ञानम्), डी.एस.कॉलेज, अलीगढम्; आई.पी.अग्रवालस्य च कृते, प्रोफेसर (रसायनविज्ञानम्), क्षेत्रीयशिक्षासंस्थानम्, भोपालम्; आभारं प्रकटयति।

शैक्षिकप्रशानिकसहयोगाय परिषद् एम. चन्द्रायाः, प्रोफेसर तथा च विभागाध्यक्षस्य, डी.ई.एस.एम., एन.सी.ई.आर.टी., नवदेहल्याः च कृते विशेषेण आभारं प्रकटयति।

परिषद्, साएमा, विजयकुमारः, रितु तथा च मोहम्मद खालिद रजा, गीता डी.टी.पी. ऑपरेटर, रणधीर ठाकुरः, दुर्गा देवी, प्रूफ रीडर, सतीश झा, कल्पना वाजपेयी, मो. क्रमर तब्रेज, गोविन्द राम उपाध्यायः, कॉपी एडीटर, दीपक कपूर, कम्प्यूटर स्टेशन प्रभारी, डी.ई.एस.एम., एन.सी.ई.आर.टी. तथा च प्रकाशन विभागः इत्यादीनां सहयोगस्य कृते हार्दिकीं कृतज्ञतां ज्ञापयति।

विषयसूची

	आमुखम्	iii
प्रथमः अध्यायः	अस्माकं परिसरस्य पदार्थाः	1
द्वितीयः अध्यायः	किम् अस्माकं परिसरस्य पदार्थाः शुद्धाः सन्ति?	15
तृतीयः अध्यायः	परमाणवः अणवः च	32
चतुर्थः अध्यायः	परमाणोः संरचना	48
पञ्चमः अध्यायः	जीवनस्य मौलिकः भागः	60
षष्ठः अध्यायः	ऊतकम्	72
सप्तमः अध्यायः	जीवेषु विविधता	86
अष्टमः अध्यायः	गतिः	103
नवमः अध्यायः	बलस्य तथा च गतेः नियमः	119
दशमः अध्यायः	गुरुत्वाकर्षणम्	137
एकादशः अध्यायः	कार्यम् ऊर्जा च	152
द्वादशः अध्यायः	ध्वनिः	167
त्रयोदशः अध्यायः	वयं कथं रुग्णाः भवामः?	183
चतुर्दशः अध्यायः	प्राकृतिकी सम्पद्	197
पञ्चदशः अध्यायः	खाद्यसंसाधनेषु प्रगतिः	211
	उत्तरमाला	224
	पारिभाषिकशब्दावली	227

भारतीय- संविधानम् उद्देशिका

वयं भारतीयाः, भारतदेशम् एकं सम्पूर्ण-प्रभुत्व-सम्पन्नम्,
समाजवादि, पंथ-निरपेक्षम्, लोकतन्त्रात्मक-गणराज्यं
निर्मातुं तथा च तस्य समस्तनागरिकानां कृते;

सामाजिकम् आर्थिकं तथा च राजनैतिकं न्यायम्,
विचारस्य, अभिव्यक्तेः, विश्वासस्य, धर्मस्य,
उपासनायाः च स्वतन्त्रताम्,
प्रतिष्ठायायाः अवसरस्य च समतां
प्रापयितुं

तथा च तेषु सर्वेषु मानवीयगौरवस्य तथा च
राष्ट्रियैकतायाः अखण्डतायाश्च
सुनिश्चयकर्त्री बन्धुतां संवर्धयितुं

दृढसंकल्पाः भूत्वा अस्यां स्वसंविधानसभायाम् अद्य
नवम्बरमासस्य 26तमे दिनाङ्के 1949 तमे ख्रीस्ताब्दे (मार्गशीर्षे
शुक्लसप्तम्यां 2006 तमे विक्रमसंवत्सरे) एतत् संविधानम् अङ्गीकुर्मः
अधिनियमितं तथा च आत्मार्पितं कुर्मः ।

अध्यायः 1

अस्माकं परिसरस्य पदार्थाः

(Matter in our surroundings)

अस्मान् परितः यदि वयं दृष्टिं प्रसारयामः तर्हि विभिन्नानि वस्तूनि दृष्टिगोचराणि भवन्ति, येषाम् आकारः आकृतिः प्रकृतिः च विभिन्नाः भवन्ति। अस्मिन् विश्वे प्रत्येकं वस्तु यथा सामग्र्या निर्मितं भवति तत् ‘पदार्थः’ इति वैज्ञानिकाः वदन्ति। यस्मिन् पवने वयं श्वासं स्वीकुर्मः यत् च अन्नं वयं खादामः, पाषाणाः, मेघाः, तारकाः, वृक्षाः, पशवः च एतत् एव न अपितु जलस्य एकः बिन्दुः अथवा वालुकायाः एकः कणः अपि, एते सर्वेऽपि पदार्थाः एव। अत्र ध्यातव्यः विषयः अस्ति यद् उपरि लिखितानां सर्वेषाम् अपि वस्तुमानं भवति तथा च किञ्चित् परिमाणम् (आयतनम्) प्राप्नोति।

प्राचीनकालात् एव मनुष्याः स्वस्य परिसरम् अवगन्तुं प्रयत्नं कुर्वन्तः सन्ति। भारतस्य प्राचीनाः दार्शनिकाः पदार्थानां पञ्चसु मूलतत्त्वेषु वर्गीकरणं कृतवन्तः, यत् ‘पञ्चतत्त्वम्’ इति उच्यते। एतानि पञ्चतत्त्वानि यथा – वायुः, पृथिवी, अग्निः, जलम्, आकाशः च इति। तदनुसारम् एतैः पञ्चतत्त्वैः सर्वाणि वस्तूनि निर्मितानि सन्ति, तानि सजीवानि भवेयुः अथवा निर्जीवानि। तदानीन्तनाः यूनानीदार्शनिकाः अपि पदार्थानाम् एवमेव वर्गीकरणं कृतवन्तः।

आधुनिकाः वैज्ञानिकाः पदार्थानां गुणधर्मस्य रासायनिक्याः प्रकृतेः च आधारेण द्विधा वर्गीकरणं कृतवन्तः।

एतस्मिन् अध्याये वयं भौतिकगुणानाम् आधारेण पदार्थानां विषये ज्ञानम् प्राप्नुमः।

पदार्थानां रासायनिकपक्षान् अग्रिमेषु अध्यायेषु पठिष्यामः।

1.1 पदार्थानां भौतिकस्वरूपम्

1.1.1 पदार्थाः कणशः मेलनेन विनिर्मिताः भवन्ति
बहुकालपर्यन्तं पदार्थानां प्रकृतिविषये विचारधाराद्वयं प्रचलितम् आसीत्। प्रथमविचारधारायाः मतम् आसीत् यत् पदार्थाः काष्ठखण्ड इव सततं भवन्ति। एवञ्च अपरविचारधारायाः मतम् आसीत् यत् पदार्थाः वालुका इव कणशः मिलित्वा विनिर्मिताः। आगच्छन्तु केनचित् क्रियाकलापेन पदार्थानां स्वरूपविषये निर्णयं कुर्मः यत् एते सततम् उत कणशः विनिर्मिताः सन्ति?

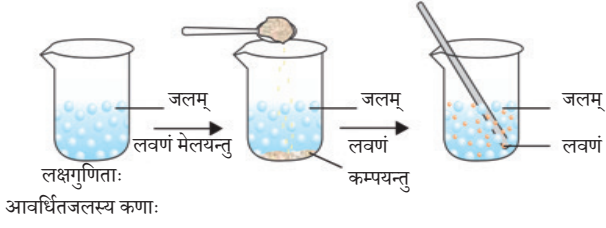
क्रियाकलापः 1.1

- एकं 100 ml काचपात्रं स्वीकरणीयम्। एतं काचपात्रं जलेन अर्धं पूरयित्वा जलस्य स्तरे चिह्नं करणीयम्।
- दत्तं लवणं शर्करां वा काचदण्डस्य साहाय्येन जले मिश्रणीयम्।
- जलस्य स्तरे आगतं परिवर्तनं ध्यानेन द्रष्टव्यम्।
- भवताम् अनुगुणं लवणस्य शर्करायाः वा किं जातम्?
- एतत् कुत्र विलुप्तम्?
- किं जलस्य स्तरे किमपि परिवर्तनम् आगतम्?

एतेषां प्रश्नानां समाधानं प्राप्तुम् अस्माभिः एषः विचारः स्वीकरणीयः भविष्यति यत् सर्वे पदार्थाः कणशः मिलित्वा विनिर्मिताः भवन्ति। उपर्युक्ते क्रियाकलापे चमषे स्थापितस्य लवणस्य शर्करायाः वा इदानीं सम्पूर्णे जले मिश्रणम् अभवत्।

- अन्ताराष्ट्रियमानकपद्धतेः (S I) अनुसारं द्रव्यमानस्य मात्रकं किलोग्राम (kg) अस्ति।
- अन्ताराष्ट्रियमानकपद्धतेः अनुसारम् आयतनस्य मात्रकं (1) घनमीटर (m³) अस्ति। आयतनस्य मापनं कर्तुं सामान्यं मात्रकं लीटर इति (L) अस्ति।
1 L = 1 dm³, 1 L = 1000 mL, 1 m = 1031

यथा चित्रे 1.1 दर्शितमस्ति।

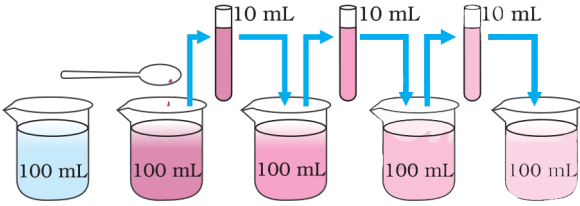


चित्रम् 1.1 यदा वयं जले लवणं मिश्रयामः तदा लवणस्य कणाः जलस्य कणानां मध्ये रिक्तेषु स्थानेषु समाविष्टाः भवन्ति ।

1.1.2 पदार्थानाम् एते कणाः कियन्तः लघवः भवन्ति?

क्रियाकलापः: 1.2

- पोटैशियमपरमैंगनेटधातोः द्वित्राः माणभाः जले मिश्रणीयाः।
- अस्मात् मिश्रणात् प्रायः 10 mL मिश्रणं निष्कास्य तत् 90 mL जले मेलनीयम्।
- पुनः उपर्युक्तात् अस्मात् मिश्रणात् 10 mL निष्कास्य तत् अपि 90 mL जले मिश्रणीयम्।
- एवं प्रकारेण एतत् मिश्रणं पञ्चतः अष्टपर्यन्तं तनुकृतं कुर्वन् भवेत्।
- किं जलम् इदानीम् अपि वर्णयुक्तम् अस्ति?



चित्रम् 1.2 पदार्थानां कणाः कियन्तः लघवः भवन्ति? इति अनुमानं कुर्वन्तु। प्रति तनुकृतं कुर्मः तदा मिश्रणस्य वर्णः शनैः शनैः वर्णहीनः भवति , तथापि जलं वर्णमयमेव भाति ।

एषः प्रयोगः दर्शयति यत् पोटैशियमपरमैंगनेटधातोः अत्यल्पैः माणभैः जलस्य अत्यधिकमात्रा अपि (1000L) वर्णमयी भवति। अतः वयं निष्कर्षं निष्कासयितुं शक्नुमः यत् पोटैशियमपरमैंगनेटधातोः केवलं एकेन माणभेन बहवः सूक्ष्मकणाः भविष्यन्ति। एते कणाः लघुषु कणेषु विभज्यमानाः भवन्ति ।

पोटैशियमपरमैंगनेटधातोः स्थाने 2 ml डेटॉलद्वारा अपि वयम् एतं क्रियाकलापं कर्तुं शक्नुमः। निरन्तरं तनुकृतभवनेन अपि तस्य गन्धः अस्माभिः प्राप्यमाणः भवति।

पदार्थानां कणाः अत्यन्तं लघवः भवन्ति – एतावन्तः लघवः भवन्ति यत् वयं कल्पनाम् अपि कर्तुं न शक्नुमः।

1.2 पदार्थानां कणानाम् अभिलाक्षणिकगुणाः

1.2.1 पदार्थानां कणानां मध्ये रिक्तस्थानं भवति

1.1 एवञ्च 1.2 क्रियाकलापे लवणस्य शर्करायाः डेटालद्रवस्य अथवा पोटैशियमपरमैंगनेटधातोः कणाः समानरूपेण जले वितीर्णाः भवन्ति। एवमेव यदा वयं चायं, काफी अथवा पानकं निर्मामः तदा एकस्य पदार्थस्य कणाः अन्यस्य पदार्थस्य कणानां रिक्तस्थानेषु समाविष्टाः भवन्ति। एतद् दर्शयति यत् पदार्थानां कणानां मध्ये पर्याप्तं स्थानं भवति।

1.2.2 पदार्थानां कणाः निरन्तरं गतिशीलाः भवन्ति

क्रियाकलापः: 1.3

- स्वप्रकोष्ठस्य कस्मिंश्चित् कोणे काचित् निर्वापिता गन्धवर्तिका स्थापनीया। तस्याः गन्धं घ्रातुं कियत् समीपं गन्तव्यं भविष्यति?
- इदानीं ज्वालनीया। किं भवति? किं दूरात् एव अस्याः गन्धः घ्रातुं शक्यते?
- स्वस्य प्रेक्षणस्य टिप्पणी करणीया।

क्रियाकलापः: 1.4

- जलेन पूर्णं चषकद्वयम् अथवा काचपात्रद्वयं स्वीकरणीयम्।
- प्रथमस्य पात्रस्य एकेन शीर्षेण एकः बिन्दुः रक्तः अथवा नीलः मषिः स्थापनीयः तथा च द्वितीये शीर्षे मधु स्थापनीयम्।
- एतत् स्वस्य गृहे अथवा प्रकोष्ठे कस्मिंश्चित् कोणे स्थापनीयम्।
- स्वस्य प्रेक्षणस्य टिप्पणी करणीया।

मषे: बिन्दुस्थापनानन्तरं भवन्तः किं दृष्टवन्तः?
मधुनः बिन्दुस्थापनानन्तरं भवन्तः किं दृष्टवन्तः?
मषे: वर्णः सम्पूर्णे जले एकसमानरूपेण व्याप्तुं कति
दिनानि अथवा कति घण्टाः अपेक्षिताः?

क्रियाकलापः _____ 1.5

उष्णजलेन शीतजलेन च पूर्णे कस्मिंश्चित् चषके
ताम्रशुल्बीयस्य अथवा पोटेसियमपरमैंगनेटधातोः
एकः माणभः स्थापनीयः तथा च विना कम्पनं चषकः
पार्श्वे स्थापनीयः।

माणभः चषके स्थिरः तिष्ठतु।

चषके अद्रवस्य माणभस्य साक्षात् उपरि किं दृष्टिगोचरं
भवति?

व्यतीते समये किं भवति?

अनेन सघनस्य द्रवस्य च कणानां विषये किं ज्ञातं
भवति?

किं तापमानेन सह मिश्रितस्य वस्तुनः मूल्यं परिवर्तते?
किमर्थं कथं च ?

उपर्युक्तेभ्यः त्रिभ्यः अपि क्रियाकलापेभ्यः (1.3, 1.4,
1.5 च) अधोलिखितं निष्कर्षं निष्कासयितुं शक्नुमः।

पदार्थानां कणाः निरन्तरं गतिशीलाः भवन्ति अर्थात्
तेषु गतिजा ऊर्जा अधिका भवति। तापमानस्य वृद्धिकारणेन
कणानां गतिः तीव्रा भवति इत्यतः वयं वक्तुं शक्नुमः यत्
तापमानस्य वृद्धिकारणेन कणानां गतिरपि तीव्रा भवति।

उपर्युक्तेषु त्रिषु क्रियाकलापेषु वयं दृष्टवन्तः यत्
पदार्थानां कणाः स्वयमेव परस्परं मिश्रिताः भवन्ति।
एवं कणानां रिक्तस्थानेषु समावेशकारणेन भवति। द्वयोः
विभिन्नपदार्थयोः कणानां स्वतः मेलनम् एव विसरणम् इति
कथ्यते। अस्माभिः एतदपि ज्ञातं भवति यत् उष्णीकरणेन
विसरणं तीव्रं भवति। एवं किमर्थं भवति?

1.2.3 पदार्थानां कणाः परस्परम् आकर्षणं कुर्वन्ति

क्रियाकलापः _____ 1.6

- एषा क्रीडा कस्मिंश्चित् क्रीडाङ्गणे करणीया। अग्रे
निर्दिष्टकथनानुसारं जनानां शृङ्खला निर्मातव्या।
- प्रथमगणः ‘ ईदमिशमी नर्तकः’ इव परस्परं दृढं ग्रहणं
कुर्यात्।



चित्रम् 1.3

- द्वितीयगणः परस्परं हस्तं गृहीत्वा
मानवशृङ्खलानिर्माणं कुर्यात्।
- तृतीयसमूहः अङ्गुल्या स्पर्शं कृत्वा एकस्याः
शृङ्खलायाः निर्माणं कुर्यात्।
- अधुना चतुर्थसमूहः उपर्युक्तानां तिसृणां
मानवशृङ्खलानां त्रोटनं कृत्वा लघुषु गणेषु विभागं
कर्तुं प्रयासं कुर्यात्।
- कस्य गणस्य त्रोटनं सरलम् आसीत्? अपि च
किमर्थम्?
- यदि वयं प्रत्येकं जनं पदार्थानाम् एकं कणं चिन्तयामः
तर्हि कस्मिन् गणे कणाः परस्परम् अतीव बलपूर्वकं
गृहीतवन्तः आसन्?

क्रियाकलापः _____ 1.7

- एकं लौहकीलकम् एकं सुधाखण्डम् एकं च घृषि-
निबन्धनं स्वीकरणीयम्।
- एतेषाम् उपरि मुद्रेण घातं कृत्वा, कर्तनं कृत्वा, कर्षणं
कृत्वा वा भङ्गुरं कर्तुं प्रयासः करणीयः।
- एतेषु त्रिषु अपि कस्य कणाः अतीव बलेन संलग्नाः
आसन्?

क्रियाकलापः _____ 1.8

- जलस्य नलिकाम् उद्धाट्य स्वस्य अङ्गुल्या जलस्य धारां कर्तयितुं प्रयासः करणीयः।
- किं जलस्य धारा कर्तयते ?
- जलस्य धारा न कर्तयते इत्यत्र कारणं किम्?

उपर्युक्ताः त्रयः अपि क्रियाकलापाः सूचयन्ति यत् पदार्थानां कणानां मध्ये किञ्चन बलं कार्यं करोति। एतत् बलम् कणान् एकसार्धं स्थापयति। एतस्य आकर्षणबलस्य सामर्थ्यं प्रत्येकं पदार्थे भिन्नं भिन्नं भवति।

प्रश्नः

1. अधोलिखितेषु के पदार्थाः?
आसन्दः, वायुः, स्नेहः, गन्धः, घृणा, बादामफलं, विचारः, शीतं, शीतपेयम्, इत्रस्य सुगन्धः।
2. अधोलिखितस्य कारणानि वदन्तु -
प्रत्यग्रभोजनस्य गन्धः बहुदूरादपि भवतां पार्श्वम् आगच्छति किन्तु पर्युषितस्य (शीतलस्य) भोजनस्य गन्धं घ्रातुं भवद्भिः तस्य पार्श्वं गन्तव्यं भवति।
3. तरणसेतौ विगाहकः जलं कर्तयितुं शक्नोति। एतेन पदार्थानां कः गुणः प्रेक्षितः भवति?
4. पदार्थानां कणानां काः काः विशेषताः भवन्ति?

1.3 पदार्थानाम् अवस्थाः

स्वस्य परिसरस्य पदार्थाः ध्यानेन द्रष्टव्याः। एते कति प्रकारकाः भवन्ति? वयं प्राप्नुमः यत् पदार्थाः स्वस्य त्रिषु रूपेषु भवन्ति - सघनं द्रवं वातः च। पदार्थानाम् एताः अवस्थाः तेषां कणानां विभिन्नतायाः विशेषतायाः च कारणेन भवन्ति।

इदानीं वयं पदार्थानां त्रिविधानाम् अवस्थानां गुणानां विस्तरेण अध्ययनं कुर्मः।

1.3.1 सघनावस्था

क्रियाकलापः _____ 1.9

- अधोलिखितानि वस्तूनि एकत्र कुर्वन्तु - लेखनी, पुस्तकं, सूची, काष्ठदण्डः च।

- एतानि वस्तूनि परितः अङ्कनीं भ्रामयित्वा एतेषाम् आकारस्य रेखाचित्रं निर्मान्तु।
- किम् एतेषां सर्वेषां निश्चितः आकारः स्पष्टसीमाः स्थिरम् आयतनं च अस्ति?
- एतेषाम् उपरि मुद्गरघातेन, कर्षणेन, पातनेन च कः प्रभावः जायते?
- किम् एतेषां परस्परं विसरणं सम्भवति ?
- बलेन एतेषां सम्पीडनं कर्तुं प्रयासं कुर्वन्तु। किम् एतेषां सम्पीडनं भवति?

उपर्युक्तानि सर्वाणि उदाहरणानि सघनस्य सन्ति। वयं द्रष्टुं शक्नुमः यत् एतेषां सर्वेषां कश्चन निश्चितः आकारः, स्पष्टा सीमा स्थिरं परिमाणं च अस्ति अर्थात् नगण्यसम्पीड्यता भवति। बाह्यबलप्रयोगेण सघनं स्वस्य आकारं सुरक्षितं स्थापयति। बलप्रयोगेण सघनं भग्नं भवितुम् अर्हति किन्तु एतस्य आकारः न परिवर्तते। अतः एतत् सघनं भवति। अधोलिखितेषु विचारं कुर्वन्तु -

- (a) घृषिनिबन्धनं किं मन्यामहे? किं कर्षित्वा एतस्य आकारं परिवर्तयितुं शक्नुमः? किम् एषः सघनः?
- (b) विभिन्नाकारपात्रेषु शर्करायाः लवणस्य वा स्थापनेन शर्करा लवणं वा पात्राणाम् एव आकारं गृह्णाति। किम् एतत् सघनम्?
- (c) जलशोषकः कः अस्ति? एतत् सघनम् अस्ति चेत् अपि एतस्य सम्पीडनं शक्यते। किमर्थम्?

एतत् सर्वं सघनम् एव यतोहि

- बाह्यबलस्य प्रयोगेण घृषिनिबन्धनस्य आकारः परिवर्तते तथा च अपसारिते बले एतत् पुनः स्वस्य मूलम् आकारं प्राप्नोति। अत्यधिकबलप्रयोगेण एतत् भग्नं भवति।
- वयं शर्करां लवणं वा स्वस्य हस्ते स्थापयामः अथवा स्थालिकायां करण्डके वा स्थापयामः तथापि एतेषां माणभानाम् आकारः नैव परिवर्तते।
- जलशोषके अतीव लघूनि छिद्राणि भवन्ति यत्र वायोः समावेशः भवति। यदा वयं एतत् निष्पीडयामः तदा सः वायुः बहिः निस्सरति यतः एतस्य सम्पीडनं सम्भवति।

1.3.2 द्रवावस्था

क्रियाकलापः 1.10

- अधोलिखितानि वस्तूनि एकत्र करणीयानि -
(a) जलं, भोजनं, पक्वं, कर्तुं, तैलं, दुग्धं, फलरसः, शीतलपेयम्।
(b) विभिन्नाकारपात्राणि। प्रयोगशालायाः एकस्य मापकस्य अनलकोशस्य साहाय्येन 50 mL मध्ये चिह्नं करणीयम्।
- एतत् द्रवं कुट्टिमे पातयामः चेत् कः परिणामः भविष्यति?
- कस्यचित् एकस्य द्रवस्य 50 mL मापनं कृत्वा विभिन्नेषु पात्रेषु क्रमशः एकैकं स्थापयामः। किं प्रतिवारम् परिमाणम् एकसमानं तिष्ठति?
- किं द्रवस्य आकारः एकसमानः तिष्ठति?
- द्रवस्य एकपात्रात् पात्रान्तरे स्थापनेन किम् एतत् सुलभतया प्रवहति?

प्रेक्षणेन वयं प्राप्नुमः यत् द्रवस्य आकारः न अपितु परिमाणं निश्चितं भवति। यस्मिन् पात्रे एतत् स्थापयामः तस्य एव आकारं प्राप्नोति। द्रवेषु प्रवाहः भवति एवं च एतेषाम् आकारः परिवर्तमानः भवति अतः एव एतत् सघनं न अपितु द्रवं भवति।

क्रियाकलापस्य 1.4 तथा च 1.5 सन्दर्भे वयं दृष्टवन्तः यत् सघनस्य द्रवस्य च विसरणं द्रवेषु सम्भवति। वातावरणस्य वाताः विसृताः भूत्वा जले लीनाः भवन्ति। एते वाताः विशेषतः प्राणवायवः अङ्गाराम्लवायवः च जलीयजन्तूनां वृक्षाणां च कृते अनिवार्याः भवन्ति।

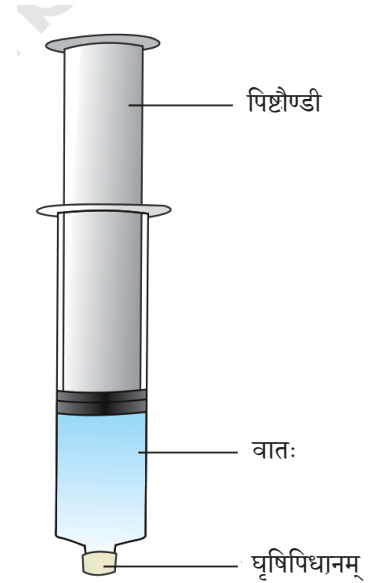
सर्वे अपि जीवधारिणः स्वस्य जीवननिर्वाहार्थं श्वासं स्वीकुर्वन्ति। जलीयजन्तवः जले लीनानां प्राणवायूनां कारणेन श्वासं स्वीकुर्वन्ति। एतेन प्रकारेण एतं निष्कर्षं प्राप्नुमः यत् द्रवे सघनं द्रवं वातः च त्रयाणाम् अपि विसरणं सम्भवति। सघनानाम् अपेक्षया द्रवेषु विसरणमानम् अधिकं भवति। एवं तदर्थं भवति यतोहि द्रवावस्थायां पदार्थानां कणाः स्वतन्त्ररूपेण गतिं कुर्वन्ति अपि च सघनस्य अपेक्षया द्रवस्य कणेषु रिक्तस्थानम् अपि अधिकं भवति।

1.3.3 वातीयावस्था

भवन्तः कदापि वागोलविक्रेतारम् ध्यानेन दृष्टवन्तः वा? ये एकेन एव वातकोशेन बहुषु वागोलेषु वायुं पूरयन्ति? तस्मात् ज्ञातव्यं यत् सः एकेन वातकोशेन कति वागोलान् पूरयति? सः प्रष्टव्यः यत् वातकोशे कः वायुः पूरितः अस्ति?

क्रियाकलापः 1.11

- 100 mL परिमितं सूच्यौषधत्रयं स्वीकरणीयं तथा च तस्य शीर्षात् घृषेः बाह्यवल्केन पिधानं करणीयं यथा 1.4 चित्रे प्रदर्शितम् अस्ति।
- सर्वेषां सूच्यौषधानां पिष्टौण्डी निष्कासनीया।
- प्रथमे सूच्यौषधे वायुः स्थापनीयः द्वितीये जलं तृतीये च सुधाखण्डः स्थापनीयः।
- पिष्टौण्डी पुनः सूच्यौषधे स्थापनीया। सूच्यौषधस्य पिष्टौण्ड्याः गतिशीलतां सरलां कर्तुं तत्र किञ्चित् स्निग्धपदार्थः स्थापनीयः।
- इदानीं पिष्टौण्डीं सूच्यौषधे स्थापयित्वा सम्पीडनं कर्तुं प्रयासः करणीयः।

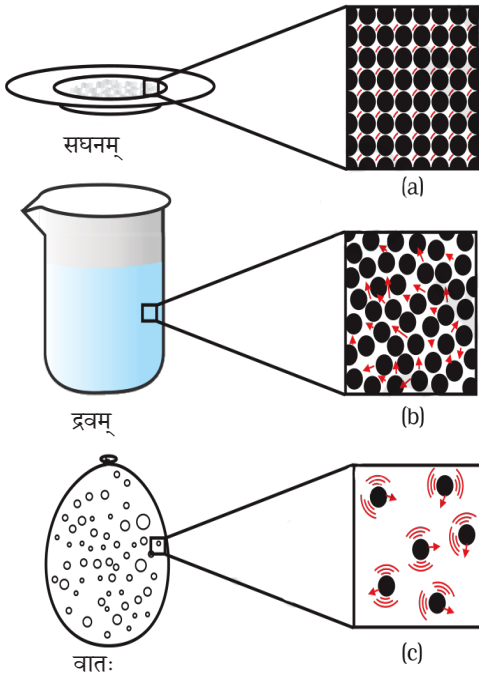


- भवन्तः किं दृष्टवन्तः? कस्यां स्थितौ पिष्टौण्डी सरलतया अन्तः प्रविष्टा?
- स्वस्य प्रेक्षणेन भवन्तः किम् अनुमानं कृतवन्तः?

वयं दृष्टवन्तः यत् सघनद्रवयोः तुलनायां वातानां सम्पीड्यता अतीव अधिका भवति। अस्माकं गृहेषु भोजननिर्माणे उपयुज्यमाने द्रवीकृते पृथिवीपार्वतकवाते

अथवा चिकित्सालयेषु उपयुज्यमानेषु प्राणवायुकोशेषु सम्पीडितः वातः भवति। अद्यत्वे वाहनेषु ईधनरूपेण सम्पीडितस्य प्राकृतिकवातस्य उपयोगः भवति। सम्पीड्यता अधिका भवति इति कारणेन वातस्य अत्यधिकम् परिमाणं कस्मिंश्चित् अल्पपरिमाणवति कोशे सम्पीडितं कर्तुं शक्यते तथा च सरलतया एकस्मात् स्थानात् द्वितीयं स्थानं प्रति प्रेषयितुं शक्यते।

अस्माकं नासिका पर्यन्तं यः गन्धः आगच्छति तेन माध्यमेन पाकशालाम् अगत्वा एव वयं वक्तुं शक्नुमः यत् पाकशालायां किं पच्यते? एषः गन्धः अस्मत्पर्यन्तं कथम् आगच्छति? पाकस्य गन्धस्य कणाः पवने मिश्रिताः भवन्ति तथा च पाकशालातः प्रसृत्य अस्मत्पर्यन्तम् आगच्छन्ति। एते गन्धस्य कणाः इतोऽपि दूरं गन्तुं शक्नुवन्ति। पक्वस्य उष्णभोजनस्य गन्धः अस्मत्पर्यन्तं केषुचित् क्षणेषु एव आगच्छति। एतस्य तुलना सघनस्य द्रवस्य च विसरणेन करणीया। कणानां तीव्रगतिः तथा च अत्यधिकरिक्तस्थानानां कारणेन वातानाम् अन्यवातेषु विसरणं बहुशीघ्रं भवति।



चित्रस्य 1.5: a, b तथा च c पदार्थानां तिसृणाम् अपि अवस्थानाम् कणानां योजनाबद्धम् आवर्धितं चित्रणं कृतम् अस्ति। तिसृषु अपि अवस्थासु कणानां गतिः द्रष्टुं शक्यते तथा च तासां तुलनां कर्तुं शक्यते।

वातीयावस्थायां कणानां गतिः अनियमिता अत्यधिकतीव्रा च भवति। एतस्याः अनियमितगतेः कारणेन ये कणाः परस्परं तथा च पात्राणां भित्तिभिः उद्धटिताः भवन्ति। पात्राणां भित्तिषु वातकणैः प्रत्येकं घटके उपयुक्तबलस्य कारणेन वातस्य बलं विनिर्मितं भवति।

प्रश्नः

1. कस्यचित् तत्त्वस्य द्रव्यमानं प्रति घटकं परिमाणं 'घनत्वम्' इति उच्यते।
(घनत्वम् = द्रव्यमानम्/परिमाणम्)
वर्धमानस्य घनत्वस्य क्रमे अधोलिखितं व्यवस्थितं कुर्वन्तु – वायुः, धूमनिर्गमस्य धूमः, मधु, जलं, सुधाखण्डः, कार्पासः, लौहः च।
2. (क) पदार्थानां विभिन्नानाम् अवस्थानां गुणेषु जायमानः भेदः सारणीबद्धः करणीयः।
(ख) अधोलिखितेषु टिप्पणीं कुर्वन्तु - दृढता, सम्पीड्यता, तरलता, पात्रेषु वायुपूर्णं, आकारः, गतिजा ऊर्जा, घनत्वं च।
3. कारणं वदन्तु-
(क) वातः पूर्णरूपेण तत् पात्रं पूरयति यस्मिन् एतं स्थापयामः
(ख) वातः पात्राणां भित्तेः उपरि बलं स्थापयति।
(ग) काष्ठस्य उत्पीठिका सघनं कथ्यते।
(घ) पवने वयं सरलतया स्वस्य हस्तं सञ्चालयितुं शक्नुमः किन्तु कस्यचित् काष्ठस्य खण्डे हस्तं सञ्चालयितुं कराटेज्ञानम् अस्माकम् आवश्यकम्।
4. सामान्यतया सघनपदार्थानाम् अपेक्षया द्रवाणां घनत्वं न्यूनं भवति किन्तु भवन्तः हिमखण्डं जले तरन्तं दृष्टवन्तः स्युः। अन्वेषणं कुर्वन्तु एवं किमर्थं भवति?

1.4 किं पदार्थाः स्वस्य अवस्थां परिवर्तयितुं शक्नुवन्ति?

स्वस्य प्रेक्षणेन वयं ज्ञातुं शक्नुमः यत् जलं पदार्थानां तिसृषु अवस्थासु भवितुं शक्नोति।

- सघनम् - यथा हिमखण्डः
- द्रवम् - यथा जलम्
- वातः - यथा जलबाष्पः

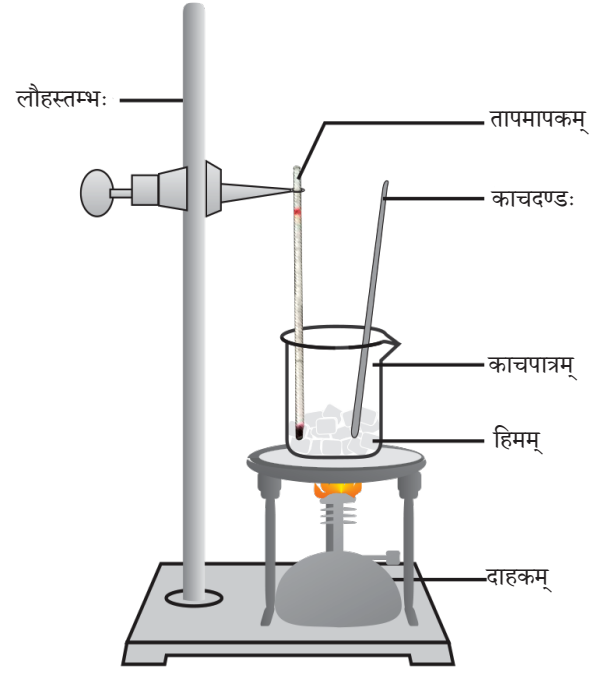
अवस्थायाः परिवर्तनस्य समये पदार्थानाम् अन्तः किं भवति? अवस्थायाः परिवर्तनेन पदार्थानां कणानाम् उपरि कः प्रभावः भवति? किम् अस्माभिः एतेषां प्रश्नानां समाधानं नैव अन्वेषणीयम्?

1.4.1 तापमानपरिवर्तनस्य प्रभावः

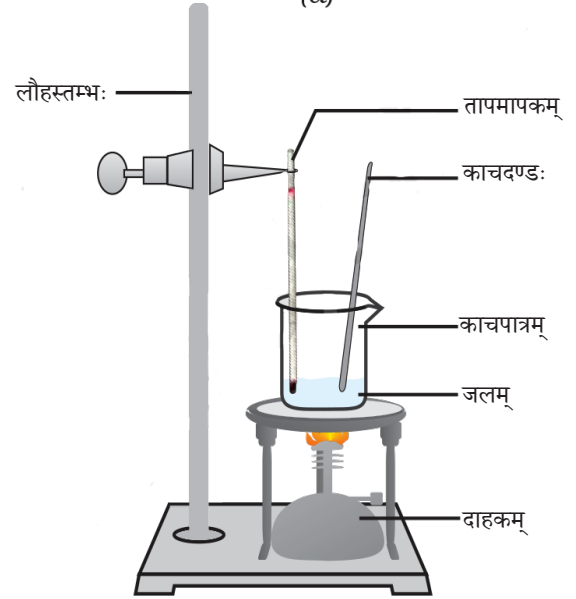
क्रियाकलापः _____ 1.12

- कस्मिंश्चित् काचपात्रे 150 gm हिमखण्डः स्वीकरणीयः तथा च चित्रस्य 1.6 अनुसारं तस्मिन् हिमखण्डे प्रयोगशालायां प्रयुक्तं तापमानकम् एवं प्रकारेण अवलम्बनीयं यथा तापमानकस्य गोलदीपः हिमं स्पृशन् भवेत्।
- मन्दान्नौ काचपात्रस्य उष्णीकरणं प्रारम्भणीयम्।
- यदा हिमस्य द्रवीभवनं प्रारभ्यते तदा तापमानस्य टिप्पणी करणीया।
- यदा सम्पूर्णं हिमं जलरूपेण परिवर्तितं भवति तदा पुनः तापमानस्य टिप्पणी करणीया।
- सघनतः द्रवावस्थायां जायमाने परिवर्तने प्रेक्षणस्य टिप्पणी करणीया।
- इदानीं काचपात्रे कञ्चित् काचदण्डः स्थापनीयः एवं च आलोडयन् उष्णीकरणं करणीयं यावत् जले क्वथनं न आगच्छेत्।
- तापमानकस्य मापने निरन्तरं दृष्टिः स्थापनीया यावत् आधिक्येन जलबाष्पः न भवेत्।
- जलस्य द्रवावस्थातः वातीयावस्थां प्रति परिवर्तने प्रेक्षणस्य टिप्पणी करणीया।

सघनस्य तापमानं वर्धयामः चेत् तस्य कणानां गतिजा ऊर्जा अपि वर्धते। गतिजायाम् ऊर्जायां वृद्धिकारणेन कणाः तीव्रगत्या कम्पनं कुर्वन्ति। ऊष्माद्वारा प्रदत्तानाम् ऊर्जाकणानां मध्यस्थम् आकर्षणबलम् अतिक्रामति। अतः कणाः स्वस्य निजस्थानं त्यक्त्वा अधिकस्वतन्त्ररूपेण गतिं कुर्वन्ति। काचित् एतादृशी अवस्था आगच्छति यदा सघनं द्रवीभूय द्रवरूपेण परिवर्तितं



(a)



(b)

चित्रम् 1.6 (a) हिमस्य जलपरिवर्तनस्य प्रक्रिया,

(b) जलात् जलबाष्पे परिवर्तनस्य प्रक्रिया

भवति। यस्मिन् तापमाने सघनं द्रवीभूय द्रवरूपेण परिवर्तितं भवति सः **गलनाङ्कः** इति उच्यते।

कस्यचित् सघनस्य गलनाङ्कः तस्य कणानां मध्यस्थस्य आकर्षणबलस्य सामर्थ्यं प्रदर्शयति।

हिमस्य गलनाङ्कः 273.16 K अस्ति। गलनस्य प्रक्रिया अर्थात् सघनतः द्रवावस्थायां परिवर्तनं संगलनम् अपि कथ्यते।

टिप्पणी - तापमानस्य अन्ताराष्ट्रियं (SI) मात्रकं (K) अस्ति $0.01^\circ\text{C} = 273.16\text{ K}$ भवति। सुविधार्थं वयं दशमलवस्य पूर्णाङ्कं निर्माय $0.01^\circ\text{C} = 273\text{ K}$ एव मन्यामहे। तापमानस्य मापनं प्रकेवलश्रेणीतः (kelvin) सेल्सियस् प्रति परिवर्तयितुं प्रदत्तात् तापमानात् 273 व्यवकलनायं तथा च सेल्सियसतः केल्विन प्रति परिवर्तयितुं प्रदत्ते तापमाने 273 संयोजनीयम्।

कस्यचित् सघनस्य गलनप्रक्रियायां तापमानं समानं भवति एतादृशस्थितौ ऊष्मीया ऊर्जा कुत्र गच्छति?

गलनप्रयोगस्य प्रक्रियायाः समये भवन्तः ध्यानं दत्तवन्तः स्युः यत् गलनाङ्कं प्राप्य यावत् पर्यन्तं सम्पूर्णस्य अपि हिमस्य गलनं न भवति तावत् पर्यन्तं तापमानस्य परिवर्तनं न भवति। काचपात्राय ऊष्मा प्रदत्ता चेत् अपि एवमेव भवति। कणानां परस्परम् आकर्षणबलं वशीभूतं कृत्वा पदार्थानाम् अवस्थायाः परिवर्तने एतस्याः ऊष्मणः उपयोगः भवति। यतोहि तापमाने कस्यचिदपि वृद्धिम् अदर्शयित्वा एव एतस्याः ऊष्मणः ऊर्जायाः हिमस्य अवशोषणं करोति। एतत् मन्यते यत् एषा ऊर्जा काचपात्रे स्वीकृतायां सामग्र्यां गुप्तरूपेण तिष्ठति, या गुप्ता ऊर्जा कथ्यते। अत्र गुप्तायाः तात्पर्यम् अदृश्यम् अस्ति। वायुमण्डलीये पीडने 1kg सघनं तस्य गलनाङ्कस्य उपरि द्रवरूपेण परिवर्तयितुं यावती ऊष्मीया ऊर्जा आवश्यकी सा संगलनस्य प्रसुप्ता ऊर्जा कथ्यते अर्थात् $0^\circ\text{C} = (273\text{ K})$ उपरि जलस्य कणानाम् ऊर्जा तस्मिन्नेव तापमाने हिमकणानाम् ऊर्जातः अधिका भवति।

यदा वयं जले ऊष्मीयाम् ऊर्जां दद्मः तदा कणाः अतीव तीव्रगतिं कुर्वन्ति। किञ्चन निश्चितं तापमानं प्राप्य कणेषु तावती ऊर्जा आगच्छति यत् ते परस्परम् आकर्षणबलं त्रोटयित्वा स्वतन्त्राः भवन्ति। अस्मिन् तापमाने द्रवस्य वातरूपेण परिवर्तनं प्रारभ्यते। वायुमण्डलीयपीडने तत् तापमानं यत्र द्रवस्य क्वथनं प्रारब्धं भवति सः एतस्य क्वथनाङ्कः कथ्यते। क्वथनाङ्कः समष्टिगुणः अस्ति। द्रवस्य सर्वेऽपि कणाः एतावतीम् ऊर्जां प्राप्नुवन्ति यत् ते बाष्परूपेण परिवर्तिताः भवन्ति।

जलस्य कृते एतत् तापमानं 373 K ($100^\circ\text{C} = 273 + 100 = 373\text{ K}$)

किं भवन्तः बाष्पीकरणस्य गुप्तस्य ऊष्मणः परिभाषां कर्तुं शक्नुवन्ति? एतत् एवमेव परिभाषितं कुर्वन्तु यथा – वयं संगलनस्य प्रसुप्तायाः ऊर्जायाः परिभाषां कृतवन्तः। $373\text{ K}(100^\circ\text{C})$ तापमाने बाष्पः अर्थात् बाष्पस्य कणेषु तस्मिन् एव तापमाने जलस्य कणानाम् अपेक्षया अधिका ऊर्जा

भवति। एवं तदर्थं भवति यतोहि बाष्पस्य कणेषु बाष्पीकरणस्य गुप्तस्य ऊष्मणः रूपेण अधिकाम् ऊष्माम् अवशोषितवती।

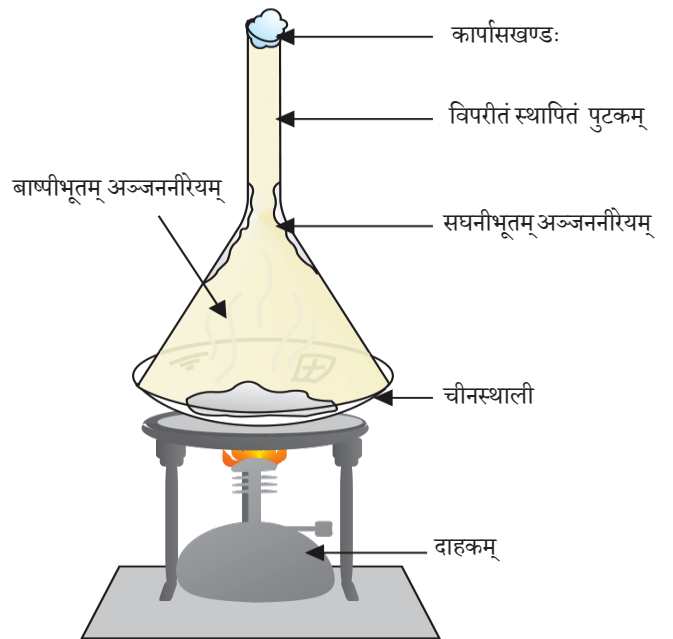


अतः वयम् एतत् वक्तुं शक्नुमः यत् तापमानस्य परिवर्तनं कृत्वा पदार्थान् एकस्याः अवस्थायाः अन्यस्याम् अवस्थायां परिवर्तयितुं शक्नुमः।

वयं ज्ञातवन्तः यत् उष्णीकरणेन पदार्थानाम् अवस्थाः परिवर्तन्ते। उष्णीभूय एते सघनात् द्रवं द्रवात् च वातरूपेण परिवर्तन्ते। किन्तु केचन तादृशाः पदार्थाः भवन्ति ये द्रवावस्थायां परिवर्तनं विना एव द्रवावस्थातः साक्षात् वातरूपेण तथा च पुनः द्रवरूपेण परिवर्तन्ते।

क्रियाकलापः 1.13

- किञ्चित् कर्पूरम् अथवा अञ्जननीरियं स्वीकरणीयं तथा च एतत् चूर्णयित्वा चीनस्थाल्यां स्थापनीयम्।
- एकं पुटकं विपरीतं कृत्वा एतस्याः चीनस्थाल्याः उपरि स्थापनीयम्।
- एतस्य पुटकस्य एकस्मात् शीर्षात् कार्पासखण्डः स्थापनीयः यथा चित्रे 1.7 मध्ये दर्शितम् अस्ति।



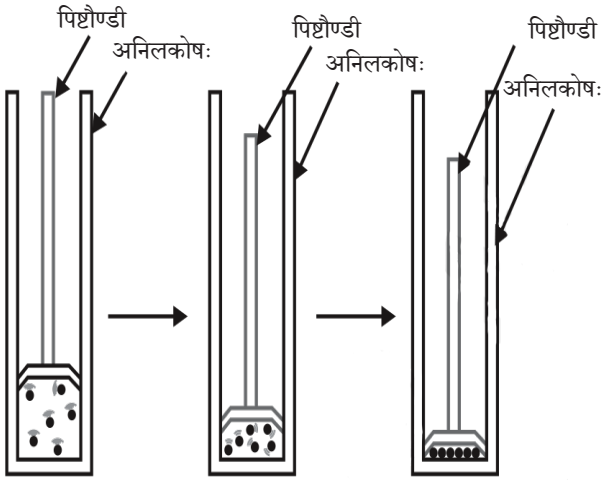
चित्र 1.7 आञ्जननीरियस्य ऊर्ध्वपातनम्

- इदानीं शनैः शनैः उष्णीकरणीयं तथा च ध्यानेन द्रष्टव्यं।
- उपर्युक्तात् क्रियाकलापात् भवन्तः किं निष्कर्षं निष्कासयितुं शक्नुवन्ति?

द्रवावस्थायां परिवर्तनम् विना एव सघनात् साक्षात् वातः तथा च पुनः सघने परिवर्तनस्य प्रक्रिया ऊर्ध्वपातनम् इति कथ्यते।

1.4.2 पीडनपरिवर्तनस्य प्रभावः

वयं जानीमः यत् घटककणानां मध्यस्थदूरतायां भेदः भवति इति कारणेन पदार्थानां विभिन्नासु अवस्थासु भेदः भवति। कस्मिंश्चित् अनिलकोषे पूर्णे वायौ पीडनकरणे सम्पीडनकरणे च किं भवति? किम् एतेषां कणानां मध्यस्थदूरता न्यूना भविष्यति? किं भवन्तः अनुभवन्ति यत् पीडनस्य वर्धनेन न्यूनीकरणेन वा पदार्थानाम् अवस्थासु परिवर्तनं भवति।



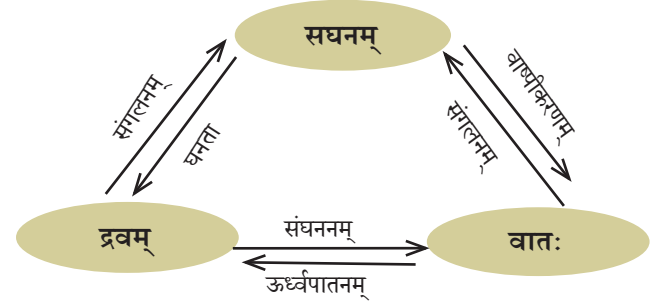
चित्रम् 1.8 पिण्डनस्य वर्धनेन पदार्थानां कणाः समीपम् आनयतुं शक्याः

पीडनस्य वर्धनेन अपि च तापमानस्य ह्रासेन वातः द्रवरूपेण परिवर्तते।

किं भवन्तः सघनस्य CO₂ विषये श्रुतवन्तः? एतस्य उच्चपीडने ग्रहणं क्रियते। यदा वायुमण्डलीयपीडनस्य मापनं 1 वायुमण्डलं (atmosphere) (atm) भवति तदा सघनं CO₂

द्रवावस्थायां परिवर्तनं विना साक्षात् परिवर्तितं भवति। एतत् एव कारणं यत् सघनम् अङ्गाराम्लवायुं शुष्कहिमं वदन्ति।

एवं प्रकारेण वयं वक्तुं शक्नुमः यत् पदार्थानाम् अवस्थाः अर्थात् सघनं द्रवं वातः च पीडनद्वारा तापमानद्वारा च निर्धार्यते।



चित्रम् 1.9 तिसृषु अवस्थासु पदार्थानाम् आन्तरिकरूपान्तरणम्

प्रश्नः

1. अधोलिखितं तापमानं सेल्सियस् प्रति परिवर्तयन्तु।
(क) 300K (ख) 573 K.
2. अधोलिखिततापमाने जलस्य भौतिकी अवस्था का भविष्यति?
(क) 250 0C (ख) 100 0C ?
3. कस्यचिदपि पदार्थस्य अवस्थापरिवर्तनसमये तापमानं स्थिरं किमर्थं भवति?
4. वायुमण्डलीयवातं द्रवे परिवर्तयितुं कञ्चन विधिं सूचयन्तु।

1.5 बाष्पीकरणम्

पदार्थानाम् अवस्थां परिवर्तयितुं किं सर्वदा ऊष्मणः दानम् अथवा परिवर्तनम् आवश्यकम् एव? किं स्वस्य दैनिकजीवने भवन्तः तादृशम् उदाहरणं दातुं शक्नुवन्ति यत्र विना क्वथनाङ्कं गत्वा किमपि द्रवं बाष्पावस्थायां परिवर्तते। जलम् उद्धटितं त्यक्तं चेत् शनैः शनैः बाष्पे परिवर्तते। आर्द्रवस्त्राणि शुष्काणि भवन्ति। एतयोः द्वयोरपि उदाहरणयोः जलस्य किम् अभवत्?

वायुमण्डलं (atm) वातीयपीडनस्य मापनस्य मात्रकमस्ति। पीडनस्य SI मात्रकं पास्कल (Pa) अस्ति। 1atm = 1.01 × 10⁵ Pa अस्ति। वायुमण्डले वायोः पीडनं वायुमण्डलीयपीडनं कथ्यते। समुद्रस्य स्तरे वायुमण्डलीयपीडनम् एकवायुमण्डलं भवति तथा च एतत् सामान्यं पीडनम् उच्यते।

वयं जानीमः यत् पदार्थानां कणाः सर्वदा गतिशीलाः भवन्ति तथा च कदापि न तिष्ठन्ति। कस्मिंश्चित् निश्चिते तापमाने वातस्य द्रवस्य सघनस्य च कणेषु विभिन्नमात्रासु गतिजा ऊर्जा भवति। द्रवेषु स्तरे स्थितानां कणानां केषुचित् अंशेषु एतावती गतिजा ऊर्जा भवति यत् ते अन्येषां कणानाम् आकर्षणबलात् मुक्ताः भवन्ति। क्वथनाङ्कात् न्यूने तापमाने द्रवस्य बाष्पे परिवर्तनस्य एषा प्रक्रिया बाष्पीकरणं कथ्यते।

1.5.1 बाष्पीकरणं प्रभावितं कर्तुं कारकाणि

कस्यचित् क्रियाकलापस्य माध्यमेन एतत् अवगच्छामः।

क्रियाकलापः _____ 1.14

- कस्याञ्चित् परीक्षणनलिकायां 5 mL जलं स्वीकरणीयं तथा च एतत् वातायनस्य पार्श्वे अथवा व्यजनस्य अधः स्थापनीयम्।
- उद्धाट्य स्थापितायां चीनस्थाल्यां 5 mL जलं स्थापयित्वा तत् वातायनस्य पार्श्वे अथवा व्यजनस्य अधः स्थापनीयम्।
- उद्धाट्य स्थापितायां चीनस्थाल्यां 5 mL जलं स्थापयित्वा तत् स्वप्रकोष्ठस्य कस्याश्चित् कपाटिकायाः अन्तः स्थापनीयम्।
- प्रकोष्ठस्य तापमानस्य टिप्पणी करणीया।
- एतासु सर्वासु परिस्थितिषु बाष्पीकरणे व्यतीतस्य समयस्य दिनस्य वा टिप्पणी करणीया।
- वृष्टिकालेऽपि एतान् क्रियाकलापान् कृत्वा स्वस्य प्रेक्षणे टिप्पणी करणीया।
- बाष्पीकरणस्य अधोलिखितानां तथ्यानां विषये भवन्तः किम् अनुमानं कर्तुं शक्नुवन्ति? तापमानस्य प्रभावः स्तरस्य क्षेत्रं वायोः गतिश्च।

भवन्तः ध्यानं दत्तवन्तः स्युः यत् बाष्पीकरणस्य मूल्यम् अधोलिखितैः सह वर्धते।

- स्तरक्षेत्रस्य वृद्धौ वयं जानीमः यत् बाष्पीकरणप्रक्रिया काचित् स्तरीया प्रक्रिया अस्ति। स्तरीयक्षेत्रस्य यदा वृद्धिः भवति तदा बाष्पीकरणस्य मूल्यम् अपि वर्धते। यथा – वयं वस्त्रं शुष्कं कर्तुं प्रसारयामः।

- तापमाने वृद्धौ तापमानस्य यदा वृद्धिः भवति तदा अधिकाः कणाः पर्याप्तां गतिजाम् ऊर्जां प्राप्नुवन्ति येन ते बाष्पीकृताः भवन्ति।
- आर्द्रतायां न्यूनता वायौ विद्यमानस्य जलबाष्पस्य मात्रा आर्द्रता कथ्यते। कस्मिंश्चित् निश्चिते तापमाने अस्माकं परिसरस्य वायौ कस्याञ्चित् निश्चितमात्रायाम् एव जलबाष्पः भवति। यदा वायौ जलकणस्य मात्रा पूर्वतः एव अधिका भविष्यति तदा बाष्पीकरणस्य मूल्यं न्यूनं भविष्यति।
- वायोः गतौ वृद्धिः वयं जानीमः यत् तीव्रवायौ वस्त्राणि शीघ्रं शुष्काणि भवन्ति। वायोः तीव्रताकारणेन जलबाष्पस्य कणाः वायुना सह निर्गच्छन्ति। येन परिसरस्य जलबाष्पस्य मात्रा न्यूना भवति।

1.5.2 बाष्पीकरणस्य कारणेन शीतलता कथं भवति ?

उद्धटिते पात्रे स्थापिते द्रवे निरन्तरं बाष्पीकरणं प्रचलति। बाष्पीकरणस्य समये न्यूनां जातां ऊर्जा पुनः प्राप्तुं द्रवस्य कणाः स्वस्य परिसरात् ऊर्जाम् अवशोषयन्ति। एवं प्रकारेण परिसरात् ऊर्जायाः अवशोषणकारणेन शीतलता भवति।

यदा भवन्तः नखरागकर्षकं स्वस्य हस्ते नखे वा पातयन्ति तदा किं भवति? एतस्य कणाः भवतां हस्तात् वा तस्य परिसरात् ऊर्जा प्राप्नुवन्ति तथा च बाष्पीकृताः भवन्ति येन हस्ते शीतलता अनुभूयते।

ग्रीष्मकाले यदा बहु आतपः भवति तदा सायङ्काले जनाः स्वस्य छदेः उपरि अथवा विस्तृतस्थाने जलस्य सेचनं कुर्वन्ति। यतोहि जलस्य बाष्पीकरणस्य गुप्ता ऊष्मा उष्णस्तरं शीतलं करोति। किं भवन्तः बाष्पीकरणस्य कारणेन शीतलं भवितुम् अन्यानि उदाहरणानि दातुं शक्नुवन्ति?

ग्रीष्मकाले अस्माभिः कार्पासवस्त्राणि किमर्थं धरणीयानि?

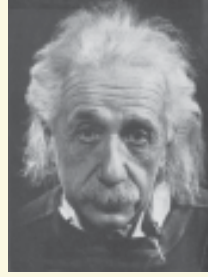
शारीरिकप्रक्रियायाः कारणेन ग्रीष्मकाले अस्माकं स्वेदः अधिकः निर्गच्छति येन वयं शीतलताम् अनुभवामः। यथा

इदानीं वैज्ञानिकाः पदार्थानां पञ्चानाम् अवस्थानां विषये चर्चा कुर्वन्ति - बोस-आइंस्टाइन कण्डनसेट, सघनं, द्रवं, वातः, जीवद्रव्यं च।

जीवद्रव्यम् - अस्याम् अवस्थायां कणाः अत्यन्तम् ऊर्जावन्तः भवन्ति तथा च अधिकोत्तेजिताः भवन्ति। एते कणाः आयनीकृतवातरूपे भवन्ति।

भ्राशमाननलिकायां नियानगोलदीपे च जीवद्रव्यं भवति। नियानगोलदीपस्य अन्तः नियानवातः तथा च भ्राशमाननलिकायाः अन्तः हीलियम वातः अथवा कश्चित् अन्यः वातः भवति। यदा विद्युत्-ऊर्जा प्रवाहिता भवति तदा एषः वातः आयनीकृतः अर्थात् आवेशितः भवति। आवेशितः भवतीति कारणेन नलिकायाः गोलदीपस्य वा वर्णः चकासते। जीवद्रव्यस्य कारणेन एव सूर्ये तारकेषु वा देदीप्यमानता भवति। उच्चतापमानस्य कारणेन एव तारकेषु जीवद्रव्यं विनिर्मितं भवति।

बोस-आइंस्टाइन कण्डनसेट - 1920 शताब्दे भारतीयः भौतिकवैज्ञानिकः सत्येन्द्रनाथबोसः पदार्थानां पञ्चम्याः अवस्थायाः कृते काश्चन गणनाः कृतवान् आसीत्।



तस्य गणनायाः आधारेण अल्बर्ट आइंस्टाइनः पदार्थानां कस्याश्चित् नूतनायाः अवस्थायाः भविष्यवाणीं कृतवान् यत् बोस-आइंस्टीन कण्डनसेट (BEC) नाम्ना कथितम्। 2001 शताब्दे अमेरिकायाः एरिफ ए. कॉर्नेल उल्फ्रैगैंग केतरले कार्ल ई.वेमैन इत्यादयः “ बोस-आइंस्टाइन कण्डनसेसन” अवस्थां

प्राप्तुं भौतिक्यां नोबेलपुरस्कारेण सम्मानिताः। सामान्यवायोः घनत्वस्य एकलक्षतमं न्यूनघनत्ववन्तं वातम् अतीव न्यूने तापमाने शीतलीकरणेन BEC विनिर्मितं भवति। www.chem4kids.com उपरि लॉग ऑन कृत्वा पदार्थानां चतुर्थ्याः पञ्चम्याश्च अवस्थायाः विषये इतोऽपि ज्ञातुं शक्यते।

वयं जानीमः यत् बाष्पीकरणस्य समये द्रवस्य स्तरस्य कणाः अस्माकं शरीरस्य परिसरात् ऊर्जां प्राप्य बाष्पे परिवर्तन्ते। बाष्पीकरणस्य प्रसुप्तस्य ऊष्मणः समम् ऊष्मीया ऊर्जा अस्माकं शरीरात् अवशोषिता भवति येन शरीरं शीतलं भवति। यतोहि कार्पासवस्त्रेषु जलस्य अवशोषणं भवति अतः अस्माकं स्वेदः एतस्मिन् अवशुष्कः भूत्वा वायुमण्डले सरलतया बाष्पीकृतः भवति।

अतीव शीतजलेन पूर्णस्य चषकस्य बाह्यस्तरे जलस्य बिन्दवः किमर्थं दृश्यन्ते?

कस्मिंश्चित् पात्रे वयम् अत्यन्तं शीतलं जलं स्थापयामः। बहु शीघ्रमेव पात्रस्य बाह्यस्तरे जलस्य बिन्दवः दृष्टिगोचराः भवन्ति। वायौ उपस्थितस्य जलबाष्पस्य ऊर्जा शीतजलस्य सम्पर्के आगत्य न्यूना भवति तथा च एषा द्रवावस्थायां परिवर्तते

यत् अस्माभिः जलस्य बिन्दुरूपेण दृश्यते।

प्रश्नः

1. ग्रीष्मदिवसेषु वायुकूलकम् अधिकं शीतलं किमर्थं करोति?
2. ग्रीष्मदिवसेषु घटस्य जलं किमर्थं शीतलं भवति?
3. हस्ते नखरागकर्षकस्य अग्नितैलस्य अथवा इत्रस्य स्थापनेन अस्माकं हस्तः किमर्थं शीतलः भवति?
4. कंसस्य अपेक्षया चषकाधान्या वयं ऊष्णं दुग्धं चायं वा शीघ्रं कथं पातुं शक्नुमः?
5. ग्रीष्मदिवसेषु अस्माभिः कीदृशानि वस्त्राणि धरणीयानि?



भवन्तः

किम्

अधिगतवन्तः?

- द्रव्यं सूक्ष्मकणैः मिलित्वा विनिर्मितं भवति ।
- अस्माकं परिसरे द्रव्यं तिसृषु अवस्थासु विद्यमानम् अस्ति – सघनं द्रवं वातः च ।
- सघनस्य कणेषु आकर्षणबलं सर्वाधिकं वातस्य कणेषु सर्वतोऽपि न्यूनं द्रवस्य कणेषु एतयोः मध्यवर्तीयं बलं भवति ।
- सघनस्य कणेषु सघनस्य निहितकारकाणां कणानां मध्ये रिक्तं स्थानं, तथा च गतिजाऊर्जा न्यूनतमा, वातानां कृते एतत् अधिकतमं किन्तु द्रवाणां कृते मध्यवर्तीयमस्ति ।
- सघनस्य कृते तस्य कणानां व्यवस्था अत्यधिकक्रमिता भवति। द्रवेषु कणानां स्तराः परस्परं स्खलिताः भवन्ति। वातेषु कोऽपि क्रमः न भवति अपि च एतस्य कणाः अनियमितरूपेण विचरणं कुर्वन्ति ।
- पदार्थानाम् अवस्थाः अन्तःपरिवर्तिताः भवन्ति । पदार्थानाम् अवस्थासु परिवर्तनं तापे पीडने च परिवर्तनेन क्रियते ।
- ऊर्ध्वपातनप्रक्रमे सघनपदार्थः द्रवे परिवर्तनं विना एव साक्षात् वातीयावस्थायां परिवर्तते अपि च वातीयावस्थातः साक्षात् सघनावस्थायां परिवर्तते ।
- क्वथनाङ्कस्य समष्टिपरघटना यत्र समष्टिकणाः द्रवावस्थातः बाष्परूपेण परिवर्तन्ते ।
- बाष्पीकरणं कस्यचित् स्तरस्य परिघटना अस्ति। स्तरस्य कणाः पर्याप्तम् ऊर्जां गृहीत्वा तेषां मध्ये परस्परम् आकर्षणबलम् अतिक्रामन्ति तथा च द्रवं बाष्पावस्थायां परिवर्तयन्ति ।
- बाष्पीकरणस्य गतिः अधोलिखितकारकाणाम् उपरि आश्रिता भवति - स्तरीयक्षेत्रफलं (यस्य वायुमण्डलं प्रति परित्यागः भवति) तापमानम् आर्द्रता वायोः गतिः च ।
- बाष्पीकरणेन शीतलता उत्पन्ना भवति ।
- बाष्पीकरणस्य गुप्ता ऊष्मा तापस्य सा मात्रा या 1 kg द्रवं वायुमण्डलीये पीडने तथा च द्रवस्य क्वथनाङ्के वातीयावस्थायां परिवर्तनं कर्तुं प्रयुक्तं भवति।
- संगलनस्य गुप्ता ऊष्मा ऊर्जायाः सा मात्रा या 1 kg सघनं वायुमण्डलीये पीडने सघनस्य संगलनबिन्दुं प्रति आनेतुं प्रयुक्तं भवति ।

- केचन परिमेयराशयः तथा च तेषां मात्रकं येषां ज्ञानम् अत्यन्तम् आवश्यकम्।

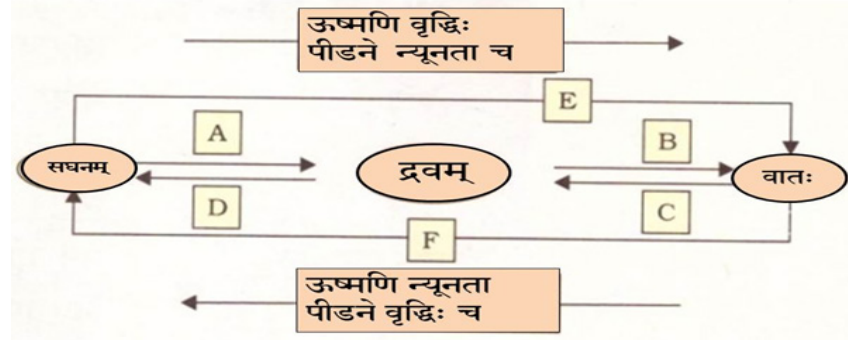
राशिः	मात्रकम्	प्रतीकम्
तापमानम्	केल्विन	K
दीर्घता	मीटर	M
वस्तुमानम्	किलोग्राम	Kg
भारः	न्यूटन	N
आयतनम्	घनमीटर	M ³
घनत्वम्	किलोग्राम प्रति घनमीटर	Kg m ³
पीडनम्	पास्कल	Pa

अभ्यासः



- अधोलिखितं तापमानं सेल्सियस् श्रेण्यां परिवर्तयन्तु।
(क) 293 K (ख) 470 K
- अधोलिखितं तापमानं प्रकेवलश्रेण्यां परिवर्तयन्तु।
(क) 25 °C (ख) 373 °C
- अधोलिखितानाम् अवलोकनानां कृते कारणं लिखन्तु।
(क) गन्धकर्पूरस्य गुलिकां यदि वयम् एवमेव स्थापयामः तर्हि किञ्चित् कालानन्तरं कमपि सघनपदार्थम् अत्यक्त्वा एव अदृश्या भवति।
(ख) वयम् बहु दूरे उपविशामः चेदपि इत्रस्य गन्धः दूरे सन्नपि अस्मत्पर्यन्तम् आगच्छति।
- अधोलिखितानां पदार्थानां तेषां कणानां मध्ये वर्धमानस्य आकर्षणस्य अनुसारं व्यवस्थां कुर्वन्तु।
(क) जलम् (ख) शर्करा (ग) प्राणवायुः
- अधोलिखिते तापमाने जलस्य भौतिकी अवस्था का अस्ति?
(क) 25 °C (ख) 0 °C (ग) 100 °C?
- पुष्टिनिमित्तं कारणं वदन्तु
(क) जलं प्रकोष्ठस्य तापे द्रवम् अस्ति।
(ख) लौहस्य कपाटिका प्रकोष्ठस्य तापे सघनम् अस्ति।
- 273 K उपरि हिमस्य शीतलीकरणस्य तथा च जलस्य एतस्मिन् एव तापमाने शीतलीकरणस्य प्रभावः अधिकः किमर्थं भवति?
- क्वथ्यमानात् जलात् अथवा बाष्पात् ज्वलनस्य तीव्रता कुत्र अधिका अनुभूयते?

9. अधोलिखितस्य चित्रस्य कृते क, ख, ग, घ, ङ, च, इत्येतासाम् अवस्थानां परिवर्तनं नामाङ्कितं कुर्वन्तु ।



समूहनिमित्तं क्रियाकलापः



सघनेषु द्रवेषु वातेषु च कणानां गतिशीलतां प्रदर्शयितुं एकस्य प्रतिदर्शस्य निर्माणं कुर्वन्तु ।

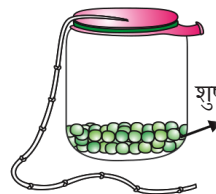
एतस्य निर्माणं कर्तुं भवतां कृते एतेषाम् आवश्यकता भविष्यति ।

- एकं पारदर्शिकं काचपात्रम् ।
- एकं विशालं घृषिवागोलम् अथवा कर्षितस्य घृषेः एकम् आस्तरणम् ।
- एका तन्त्री
- कानिचन कुक्कुटाय भोजनीयानि बीजानि अथवा कृष्णानि शुक्लानि वा चणकबीजानि ।

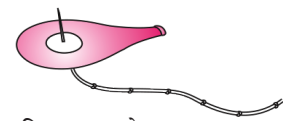
प्रतिदर्शस्य निर्माणं कथं करणीयम्?

- द्रवम् अपि काचपात्रे स्थापयन्तु ।
- तन्त्री घृषेः आस्तरणे सीवनीया तथा च सुरक्षादृष्ट्या लेपनपट्टिकया दृढं बन्धनं करणीयम् ।
- इदानीं घृषेः आस्तरणं कर्षित्वा काचपात्रस्य मुखे बन्धनं करणीयम् ।
- भवतां प्रतिदर्शः सिद्धः अस्ति। इदानीं भवन्तः स्वस्य अङ्गुल्याः माध्यमेन तन्त्रीम् उपरि अधः शनैः अथवा शीघ्रम् अपसारयितुं शक्नुवन्ति ।

पारदर्शिकं काचपात्रम्



शुष्कबीजानि



विशालः वागोलः अथवा
घृषि-आस्तरणम्



पूर्वं तन्त्रीं शनैः कर्षन्तु । सघनानां
द्रवाणां वातानां च गतिं दर्शयितुं तन्त्रीं
शीघ्रं कर्षन्तु ।

चित्रम् 1.10 सघनतः द्रवे तथा च द्रवात् वाते परिवर्तनाय कश्चन प्रतिदर्शः।

द्वितीयः 2

किम् अस्माकं परिसरस्य पदार्थाः शुद्धाः सन्ति?

(Is Matter Around us pure)

वयं कथं ज्ञातुं शक्नुमः यत् आपणात् क्रीतं दुग्धं घृतं नवनीतं लवणं उपस्करः खनिजजलम् फलरसः च किमेते शुद्धाः?



चित्र 2.1 पाकशालायाम् उपयुज्यमानानि कानिचन वस्तूनि

किं भवन्तः कदापि लक्षितवन्तः यत् एतेषाम् उपभोज्यवस्तूनां बन्धानाम् उपरि शुद्धं किमर्थं लिखितं भवति? कश्चित् सामान्यः जनः शुद्धशब्दस्य कम् अर्थं गृह्णाति? शुद्धम् इत्युक्ते पदार्थे किञ्चिदपि अपमिश्रणं न भवति किन्तु वैज्ञानिकाः सर्वाणि अपि वस्तूनि विभिन्नानां पदार्थानां मिश्रणानि सन्ति अतः तानि शुद्धानि न सन्ति। यथा – दुग्धे जलस्य वसायाः प्रोभूजिनस्य च मिश्रणम् एव अस्ति। यदि कश्चित् वैज्ञानिकः कम् अपि पदार्थं शुद्धम् इति वदति तर्हि एतस्य तात्पर्यं भवति यत् तस्मिन् पदार्थे उपस्थिताः सर्वे अपि कणाः समानरासायनिकप्रकृतेः सन्ति। कश्चित् शुद्धः पदार्थः समानप्रकारकाणां कणानां मिश्रणेन भवति।

यदा वयं स्वस्य परिसरम् अवलोकयामः तदा वयं प्राप्नुमः यत् सर्वे पदार्थाः द्वयोः बहूनां वा अधिकशुद्धानाम् अवयवानां मिश्रणेन विनिर्मिताः सन्ति यथा – समुद्रस्य जलं खनिजं, मृत्तिका इत्यादि सर्वे मिश्रणम् एव अस्ति।

2.1 मिश्रणं किमस्ति?

मिश्रणम् इति पदार्थः कथ्यते सः एकस्य अथवा अधिकानां शुद्धतत्त्वानाम् अथवा यौगिकानां मिश्रणेन विनिर्मितः भवति। कम् अपि पदार्थम् अन्यप्रकारकेषु तत्त्वेषु भौतिकप्रक्रमद्वारा पृथक् कर्तुं न शक्नुमः। वयं जानीमः यत् जले मिश्रितं

विक्षारनीरेयं बाष्पीकरणद्वारा अथवा आसवनविधिद्वारा जलात् पृथक् कर्तुं शक्यते। यद्यपि विक्षारनीरेयं स्वयमेव कश्चित् पदार्थः अस्ति तथा च एतत् भौतिकविधिद्वारा रासायनिक-अवयवेषु पृथक् कर्तुं न शक्यते। तथैव शर्करा कश्चित् पदार्थः अस्ति यतोहि एषः एकप्रकारकमेव शुद्धम् अवयवं स्थापयति तथा च एतस्य यौगिकं समानं तिष्ठति।

पेयपदार्थे मृत्तिकायां च एकसमानकणाः न सन्ति। कस्मान्चित् अपि स्रोतसः प्राप्यमाणस्य कस्यचित् एकस्य पदार्थस्य अभिलाक्षणिकगुणाः एकसमानाः भवन्ति।

एवं प्रकारेण वयं वक्तुं शक्नुमः यत् मिश्रणे एकस्मात् अधिकाः पदार्थाः भवन्ति।

2.1.1 मिश्रणस्य प्रकाराः

अवयवानां प्रकृतेः अनुसारं विभिन्नप्रकारकं मिश्रणं विनिर्मितं भवति। एवं प्रकारेण मिश्रणस्य बहवः प्रकाराः भवन्ति।

क्रियाकलापः 2.1

- कक्षायाः अ, ब, स, द, इति गणं कुर्वन्तु।
- एकं काचपात्रं यत्र 50 mL जलं तथा च एकचमषमितं ताम्रशुल्बीयं चूर्णं भवेत् तत् अ गणाय दातव्यम्।
- ब गणाय एकस्मिन् काचपात्रे 50 mL जलं तथा च चमषद्वयमितं ताम्रशुल्बीयं चूर्णं दातव्यम्।
- ताम्रशुल्बीयं तथा च पोटैशियमधातुं परमैंगनेटधातुम् अथवा साधारणं लवणं (विक्षारनीरेयं) स तथा च द गणाय दातव्यम्। द्वाभ्याम् अपि अवयवानां पृथक् पृथक् मात्रा दातव्या।
- इदानीं पृथक् पृथक् गणानां तान् अवयवान् मेलयित्वा मिश्रणं निर्माणीयम्।
- तेषां वर्णस्य स्वरूपस्य च आधारेण एकं प्रतिवेदनं निर्माणीयम्।

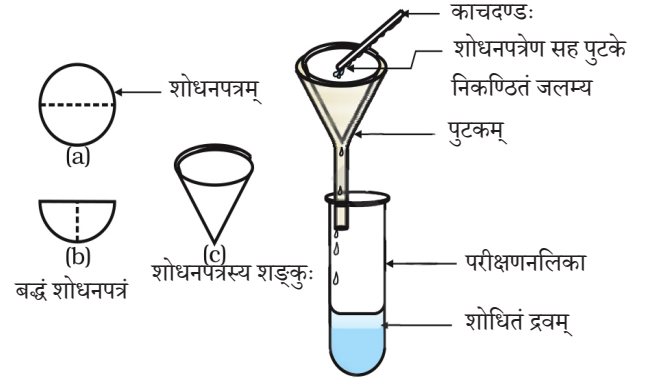
- अ गणः ब गणः च किञ्चन मिश्रणं प्राप्नोति यस्य स्वरूपं समानं भवति। एतादृशं मिश्रणं समाङ्गिमिश्रणम् अथवा विलयनं कथ्यते। एतादृशस्य मिश्रणस्य कानिचन इतोऽपि उदाहरणानि सन्ति यथा – जले लवणं तथा च जले शर्करा। गणद्वयात् तुलना करणीया। यद्यपि गणद्वयस्य अपि पार्श्वे ताम्रशुल्बीयस्य मिश्रणम् अस्ति तथापि तयोः द्वयोः अपि मिश्रणयोः वर्णानां तीव्रता पृथक् पृथक् अस्ति। एतत् दर्शयति यत् समाङ्गिमिश्रणं पृथक् पृथक् संघटनं स्थापयितुं शक्नोति।
- स गणः द गणः च यत् मिश्रणं प्राप्तवान् अस्ति तस्य अंशाः भौतिकदृष्ट्या पृथक् सन्ति। एतादृशं मिश्रणं विषमाङ्गिमिश्रणं कथ्यते। विक्षारनीरियं, लौहचूर्णं, लवणं, गन्धकं, जलं, तैलं च एतानि विषमाङ्गिमिश्रणस्य अन्यानि उदाहरणानि।

क्रियाकलापः 2.2

- आगच्छन्तु पुनः कक्षायाः चतुर्षु गणेषु अ, ब, स, द विभागं कुर्मः।
- प्रत्येकं गणाय अधः प्रदत्तात् प्रतिदर्शात् एकं दातव्यम् –
 - अ गणाय ताम्रशुल्बीयस्य केचन माणभाः दातव्याः।
 - ब गणाय एकचमषमितं ताम्रशुल्बीयं दातव्यम्।
 - स गणाय सुधाखण्डस्य चूर्णम् अथवा गोधूमस्य चूर्णं दातव्यम्।
 - द गणाय दुग्धस्य मषेः वा केचन बिन्दवः दातव्याः।
- काचदण्डस्य साहाय्येन प्रतिदर्शं जले मेलयितुं छात्राः सूचनीयाः। किं जलस्य कणाः दृश्यन्ते?
- इदानीं करदीपेन प्रकाशस्य किरणाः काचपात्रे स्थापनीयाः तथा च एते पुरतः द्रष्टव्याः। किं प्रकाशस्य किरणानां मार्गः दृश्यते?
- इदानीं मिश्रणं किञ्चित् कालपर्यन्तं शान्तं त्यक्तव्यम्। तावता मिश्रणस्य शोधनं कर्तुं शोधन्याः

सिद्धता करणीया। किं मिश्रणं स्थिरम् अस्ति अथवा किञ्चित् कालानन्तरं कणाः अधः समाहिताः भवन्ति?

- मिश्रणं शोधनीयम्। किं शोधन्यां किम् अपि अवशिष्टम् अस्ति?
- कक्षायां परिणामस्य विषये चर्चा कृत्वा एतां क्रियाम् आधारीकृत्य एकं मतं निर्मातुं प्रयत्नः करणीयः।
- अ गणः ब गणश्च एकं विलयनं प्राप्नोति।
- स गणः एकं निलम्बनं प्राप्नोति।
- द गणः एकं कलिलीयं विलयनं प्राप्नोति।



चित्रं 2.2 निस्यन्दनम् (शोधनप्रक्रिया)

इदानीं वयं विलयनस्य निलम्बनस्य कलिलीयविलयनस्य च विषये पठिष्यामः।

प्रश्नः

1. पदार्थशब्देन भवन्तः किम् अवगच्छन्ति।
2. समाङ्गिमिश्रणे विषमाङ्गिमिश्रणे च भेदं वदन्तु।

2.2 विलयनं किम् अस्ति?

विलयनं द्वयोः अथवा बहूनां पदार्थानां समाङ्गिमिश्रणम् अस्ति। भवन्तः प्रतिदिनं बहुप्रकारकं विलयनं दृष्टवन्तः स्युः। निम्बुकजलं विक्षारजलम् इत्यादि विलयनस्य उदाहरणम् अस्ति। प्रायः वयं किञ्चन विलयनम् एतादृशपदार्थरूपेण विचारयामः यस्मिन् सघनं, द्रवं, वातः च मिलिताः भवन्तु

किन्तु प्रकृतौ सघनविलयनं (मिश्रधातुः) तथा च वातीयविलयनं (वायुः) अपि भवति। एकस्य विलयनस्य कणेषु समाङ्गिकता भवति। यथा - निम्बुकजलस्य स्वादः सदैव समानः भवति। एतत् दर्शयति यत् एतस्मिन् विलयने शर्करायाः लवणस्य च कणाः समानरूपेण वितीर्णाः भवन्ति।

एतत् अपि जानन्

मिश्रधातवः – एतत् धातूनां समाङ्गिमिश्रणं भवति। यद्यपि भौतिकक्रियाद्वारा पृथक् कर्तुं न शक्यते तथापि मिश्रधातूनां मिश्रणं मन्यते यतोहि तत् स्वस्य घटकानां गुणान् दर्शयति तथा च पृथक् पृथक् संघटनं स्थापयति। यथा – पित्तलस्य ज़िंकधातोः च प्रायः 30% तथा च ताम्रस्य 70 % मिश्रणम् अस्ति।

किमपि विलयनं भागद्वये विभक्तुं शक्यते विलायके विलये च। विलयनस्य एकं घटकं (यस्य मात्रा अन्यस्मात् अधिका भवति) यत् अपरं घटकं विलयने मेलयति तत् विलायकं कथ्यते। विलयनस्य तत् घटकं (प्रायः न्यूनमात्रायां भवति) यत् विलायके मिश्रितं भवति तत् विलेयं कथ्यते।

उदाहरणार्थम् –

- शर्करायाः जलस्य च विलयनम् एकस्मिन् तरलमिश्रणे सघनस्य उदाहरणम् अस्ति। अत्र शर्करा विलेया अस्ति जलं च विलेयम्।
- जम्बुकीलवणमद्यसारयोः विलयनं यत् कृमिद्रुनिष्कर्षः कथ्यते अत्र जम्बुकीलवणं विलेयम् अस्ति तथा च मद्यसारः विलायकः।
- वायुयुक्तं पेयं यथा विक्षारजलं कोक इत्यादि तरलविलयने वातरूपे अस्ति। अत्र अङ्गाराम्लवायुः विलेयः तथा च जलं विलेयम्।
- वायुः वाते वातस्य विलयनम् अस्ति। एतत् मुख्यतः घटकद्वयस्य प्राणवायोः (21%) तथा च भूयातिवायोः (78%) समाङ्गिमिश्रणम् अस्ति। भूयातिवायुः विलायकः कथ्यते। वायौ अन्यवाताः अतीव न्यूनमात्रायां भवन्ति।

विलयनस्य गुणाः

- विलयनं किञ्चन समाङ्गिमिश्रणम् अस्ति।
- विलयनस्य कणाः व्यासे 1 nm (10⁻⁹ metre) तः अपि लघवः भवन्ति। अतः ते नेत्रद्वारा द्रष्टुं न शक्यन्ते।
- स्वस्य लघ्वाकारस्य कारणेन विलयनस्य कणाः गच्छतः प्रकाशस्य किरणान् न प्रसारयन्ति। अतः विलयने प्रकाशस्य मार्गः न दृश्यते।
- शोधनविधिद्वारा विलेयस्य कणाः विलयनात् पृथक् कर्तुं न शक्यन्ते। विलयनं शान्तं त्यज्यते चेत् अपि विलेयस्य कणाः अधः न तिष्ठन्ति अर्थात् विलयनं स्थायि अस्ति।

2.2.1 विलयनस्य सान्द्रता

क्रियाकलापे 2.2 वयं दृष्टवन्तः यत् अ गणस्य ब गणस्य च पार्श्वे एकस्य एव पदार्थस्य विभिन्नानाम् आभानां वर्णानां विलयनम् अस्ति। वयं जानीमः यत् विलयने पृथक् पृथक् मात्रायां विलायकस्य विलेयस्य च पदार्थाः भवन्ति। विलयने उपस्थितस्य विलेयपदार्थस्य मात्रायाः आधारेण एतत् तनु, सान्द्रम् अथवा संतृप्तमिश्रणं कथ्यते। तनु सान्द्रं च तुलनात्मकः शब्दः अस्ति। क्रियाकलापे 2.2 अ गणद्वारा विलयनस्य ब गणस्य तुलनायां तनु अस्ति।

क्रियाकलापः 2.3

- पृथक् पृथक् काचपात्रद्वये 50 mL जलं स्वीकरणीयम्।
- एकस्मिन् काचपात्रे लवणं तथा च द्वितीये काचपात्रे शर्करा अथवा हरिजानीरेयं मेलयित्वा समीचीनतया मिश्रणीयम्।
- यदा विलेयपदार्थः इतोऽपि अधिकः लीनः न भवति तदा 5°C तापं वर्धयितुं काचपात्रम् उष्णीकरणीयम्।
- विलेयपदार्थस्य पुनः मिश्रणम् आरम्भणीयम्।

किं कस्मिंश्चित् अपि प्रदत्ते तापे शर्करायाः लवणस्य हरिजानीरेयस्य वा जले मिश्रितस्य मात्रा समाना अस्ति?

कस्मिंश्चित् निश्चिते तापमाने तावती एव विलेयपदार्थस्य लीनता शक्यते यावती विलयनस्य क्षमता भवति। अन्यशब्देषु

प्रदत्ते निश्चिते तापमाने यदि विलयने विलेयपदार्थः लीनः न भवति तर्हि तत् संतृप्तविलयनं कथ्यते। विलेयपदार्थस्य सा मात्रा या एतस्मिन् तापे संतृप्तविलयने उपस्थिता भवति सा एतस्याः विलयशीलता कथ्यते।

यदि एकस्मिन् विलयने विलेयपदार्थस्य मात्रा संतृप्तातातः न्यूना अस्ति तर्हि एतत् असंतृप्तविलयनं कथ्यते। यदि विलयने विलेयपदार्थस्य सान्द्रता संतृप्तस्तरात् न्यूना भवति तर्हि तत् असंतृप्तविलयनं कथ्यते।

यदि भवन्तः कस्मिंश्चित् विशिष्टे तापे एकं संतृप्तविलयनं स्वीकुर्वन्ति तथा च शनैः शनैः शीतलं कुर्वन्ति तर्हि किं भवति?

उपर्युक्तात् क्रियाकलापात् वयं वक्तुं शक्नुमः यत् प्रदत्ते कस्मिंश्चित् निश्चिते तापमाने पृथक् पृथक् पदार्थानां विलयनक्षमता भिन्ना भिन्ना भवति।

विलायकस्य मात्रा (द्रव्यमाने अथवा आयतने) लीनस्य विलेयपदार्थस्य मात्रा अथवा विलेयपदार्थस्य मात्रा अथवा विलयनस्य काचित् प्रदत्ता मात्रा अथवा आयतने उपस्थिता स्यात् सा विलयनस्य सान्द्रता कथ्यते।

$$\text{विलयनस्य सान्द्रता} = \frac{\text{विलेयस्य मात्रा}}{\text{विलयनस्य मात्रा}}$$

$$\text{अथवा} = \frac{\text{विलेयस्य मात्रा}}{\text{विलायकस्य मात्रा}}$$

विलयनस्य सान्द्रतां दर्शयितुं बहवः विधयः सन्ति किन्तु अत्र वयं केवलं द्विधा विधिविषये चर्चा करिष्यामः।

(i) द्रव्यमानस्य अथवा विलयनस्य द्रव्यमानप्रतिशतम्

$$= \frac{\text{विलेयपदार्थस्य द्रव्यमानम्}}{\text{विलयनस्य द्रव्यमानम्}} \times 100$$

(ii) द्रव्यमानस्य अथवा विलयनस्य आयतनप्रतिशतम्

$$= \frac{\text{विलेयपदार्थस्य द्रव्यमानम्}}{\text{विलयनस्य आयतनम्}} \times 100$$

उदाहरणम् 2.1 कस्यचित् विलयनस्य 320 g विलायकस्य सान्द्रतायाः परिकलनं करणीयम्।

समाधानम्

विलेयपदार्थस्य (लवणस्य) द्रव्यमानं = 40 g

विलायकस्य (जलस्य) द्रव्यमानं = 320 g

इति वयं जानीमः।

विलयनस्य द्रव्यमानं = विलेयपदार्थस्य

द्रव्यमानं + विलायकस्य द्रव्यमानं

$$= 40 \text{ g} + 320 \text{ g}$$

$$= 360 \text{ g}$$

विलयनस्य द्रव्यमानप्रतिशतम्

$$= \frac{\text{विलेयपदार्थस्य द्रव्यमानं}}{\text{विलयनस्य द्रव्यमानं}} \times 100$$

$$= \frac{40}{360} \times 100 = 11.1\%$$

2.2.2 निलम्बनं किम् अस्ति?

क्रियाकलापे 2.2 स गणेन प्राप्तं विषमाङ्गितरलं यत् सघनद्रवे परिक्षिप्तं भवति तत् निलम्बनं कथ्यते। निलम्बनं किञ्चन विषमाङ्गिमिश्रणम् अस्ति यत्र विलेयपदार्थस्य कणाः नैव विलीयन्ते अपितु माध्यमस्य समष्टौ निलम्बिताः भवन्ति। एते अधोलिखिताः कणाः नेत्रद्वारा द्रष्टुं शक्यन्ते।

निलम्बनस्य गुणधर्माः

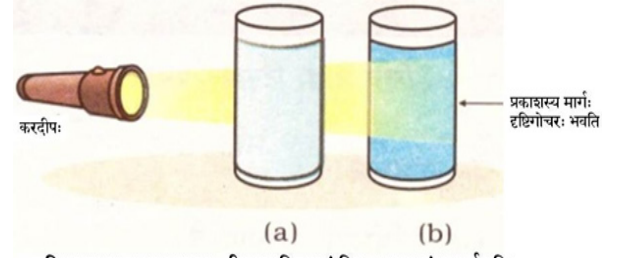
- एतत् किञ्चन विषमाङ्गिमिश्रणम् अस्ति।
- एते कणाः नेत्रद्वारा द्रष्टुं शक्यन्ते।
- एते निलम्बतकणाः प्रकाशस्य किरणान् प्रसारयन्ति यतः तस्य मार्गः दृष्टिगोचरः भवति।
- यदा शान्तं त्यजामः तदा एते कणाः अधः उपविशन्ति अर्थात् निलम्बनम् अस्थायि भवति। शोधनविधिद्वारा एते कणाः मिश्रणतः पृथक् कर्तुं शक्यन्ते।

यदा सर्वे अपि कणाः अधः उपविष्टाः भवन्ति तदा निलम्बनं समाप्तं भवति तथा च विलयने प्रकाशस्य किरणानां प्रकीर्णनम् अवरुद्धं भवति।

2.2.3 कलिलीयं विलयनं किम् अस्ति?

क्रियाकलापे 2.2 द गणेन प्राप्तं मिश्रणं कलिलम् अथवा कलिलीयं विलयनं कथ्यते। कलिलस्य कणाः विलयने समानरूपेण प्रसृताः भवन्ति। निलम्बनस्य अपेक्षया कणानाम् आकारः लघुः भवति इति कारणेन एतत् मिश्रणं समाङ्गि प्रतीतं भवति किन्तु वास्तविकतायां विलयनं विषमाङ्गि मिश्रणम् अस्ति यथा – दुग्धम्।

कलिलीयस्य कणानां लघुत्वकारणेन वयं एतान् कणान् द्रष्टुं न शक्नुमः किन्तु एते कणाः प्रकाशस्य किरणान् सरलतया प्रसारयन्ति यथा वयं क्रियाकलापे 2.2 दृष्टवन्तः। प्रकाशस्य किरणानां प्रसारणं टिनडलप्रभावः कथ्यते। टिनडलनामकः वैज्ञानिकः एतस्य अन्वेषणं कृतवान् आसीत्। कस्मिंश्चित् प्रकोष्ठे लघुछिद्रद्वारा यदा प्रकाशस्य किरणाः आगच्छन्ति तदा वयं टिनडलप्रभावं द्रष्टुं शक्नुमः।



चित्रम् 2.3 (क) ताम्रशुल्बीयस्य विलयनं टिनडलप्रभावं न दर्शयति।
(ख) दुग्धस्य जलस्य च मिश्रणं टिनडलप्रभावं दर्शयति।

एतत् प्रकोष्ठे विद्यमानधूलेः धूमस्य च कणानां द्वारा प्रकाशस्य प्रसारकारणेन भवति।

यदा कस्यचित् गहनवनस्य आच्छादनेन सूर्यस्य किरणाः आगच्छन्ति तदा वयं टिनडलप्रभावं द्रष्टुं शक्नुमः। वनस्य तुषारे लघु लघु जलकणाः भवन्ति ये च कलिलकणाः इव व्यवहारं कुर्वन्ति।

सारणी 2.1 कलिलस्य सामान्यानि उदाहरणानि

परिक्षिता प्रावस्था	परिक्षेपणमाध्यमम्	प्रकारः	उदाहरणम्
द्रवम्	वातः	वतिलयनम्	तुषारः, मेघः, शीकरः
सघनम्	वातः	वतिलयनम्	धूमः, स्वचालितवाहनस्य धूमः
वातः	द्रवम्	फेनः	क्षौरशरः
द्रवम्	द्रवम्	पयस्यम्	दुग्धं, मुखरागः
सघनम्	द्रवम्	सोल	मैगनेशिया, दुग्धं, पङ्कः
वातः	सघनम्	फेनः	फेनः, घृषिः, जलशोषकः, ड्रामकः
द्रवम्	सघनम्	जैल	जेली, आमिक्षा, नवनीतं
सघनम्	सघनम्	सघनं सोल	वर्णमयं रत्नं, पाषाणः, क्षीरीकाचः



चित्रम् 2.4 टिनडलप्रभावः

कलिलस्य गुणधर्माः

- एतत् एकं विषमाङ्गि मिश्रणम् अस्ति।
- कलिलस्य कणानाम् आकारः एतावान् लघुः भवति यत् पृथक्तया नेत्रद्वारा द्रष्टुं न शक्यते।
- कलिलं तावत् बृहत् भवति यत् प्रकाशस्य किरणान् प्रसारयति तथा च तस्य मार्गं दृश्यं करोति।
- यदा एतान् शान्त्या त्यजामः तदा एते कणाः तले उपविशन्ति अर्थात् एते स्थायिनः भवन्ति।
- एते शोधनविधिद्वारा पृथक् कर्तुं न शक्याः किन्तु

केनचित् विशेषविधिना अपकेन्द्रीकरणशैल्या (क्रियाकलाप: 2.5) पृथक् कर्तुं शक्याः।

कलिलीयविलयनं परिक्षिप्तया प्रावस्थया तथा च परिक्षेपणमाध्यमेन विनिर्मितं भवति। विलेयं पदार्थः इव घटकम् अथवा परिक्षिप्तकणाः इव कलिलीयरूपेण तिष्ठति सा परिक्षिप्ता प्रावस्था कथ्यते तथा च तत् घटकं यत्र परिक्षिप्ता प्रावस्था निलम्बिता भवति तत् परिक्षेपणमाध्यमं कथ्यते। कलिलीयं परिक्षेपणमाध्यमस्य (सघनस्य, द्रवस्य, वातस्य च) अवस्था तथा च परिक्षिप्तायाः प्रावस्थायाः अनुसारं वर्गीकृतम् अस्ति। सारण्यां 2.1 कानिचन उदाहरणानि प्रदत्तानि सन्ति।

प्रश्नः

1. सोदाहरणं समाङ्गिमिश्रणे विषमाङ्गिमिश्रणे च विभेदं कुर्वन्तु।
2. विलयनं निलम्बनं कलिलीयं च परस्परं केन प्रकारेण भिन्नाः सन्ति?
3. किञ्चन संतृप्तं विलयनं निर्मातुं 36 g विक्षारनीरेयं 100 g जले 293 K उपरि मिश्रणीयम्। एतस्मिन् तापमाने एतस्य सान्द्रता प्राप्तव्या।

2.3 मिश्रणस्य घटकानां पृथक्करणम्

वयं पठितवन्तः यत् प्रायः प्राकृतिकपदार्थाः रासायनिकरीत्या शुद्धाः न भवन्ति। मिश्रणतः घटकान् पृथक् कर्तुं विभिन्नप्रकारकविधीनां प्रयोगः क्रियते। पृथक्करणेन मिश्रणस्य प्रत्येकं घटकस्य विषये ज्ञानप्राप्तिः तथा च प्रयोगे आनयनं सरलं भवति।

विषमाङ्गिमिश्रणं सामान्यभौतिकक्रियाद्वारा पृथक् कर्तुं शक्यते यथा हस्तेन चित्वा शोधन्या शोधयित्वा वा यत् वयं प्रतिदिनं व्यवहारे आनयामः, यदा कदा मिश्रणात् घटकान् पृथक् कर्तुं विशेषतन्त्राणां प्रयोगः करणीयः भवति।

2.3.1 वर्णमयः रज्जकः (डाई) नीलात् अथवा कृष्णात् मषेः कथं पृथक् कर्तुं शक्यते?

क्रियाकलापः _____ 2.4

- काचपात्रे अर्धं जलं स्वीकरणीयम्।
- काचपात्रस्य मुखे घट्याः काचः स्थापनीयः (चित्र 2.5)।

- केचन मषिबिन्दवः घट्याः काचे स्थापनीयाः।
- इदानीं काचपात्रस्य उष्णीकरणम् आरम्भणीयम्। वयं मषिं प्रत्यक्षरूपेण उष्णीकर्तुं न इच्छामः। भवन्तः द्रक्ष्यन्ति यत् घट्याः काचात् बाष्पीकरणं भवति।
- बाष्पीकरणपर्यन्तं निरन्तरम् उष्णीकरणं चलतु। यदा घट्याः काचे किमपि परिवर्तनं न दृश्यते तदा वयं तस्य उष्णीकरणस्य पिधानं कुर्मः।
- एतत् ध्यानेन पश्यन्तु तथा च प्रेक्षितं कुर्वन्तु।



चित्र 2.5 बाष्पीकरणम्

इदानीम् उत्तरं वदन्तु –

- भवतां विचारेण घट्याः काचतः कस्य बाष्पीकरणम् अभवत्?
- किं घट्याः काचे कोऽपि अवशेषः अस्ति?
- किं भवन्तः प्रतिपादनं करिष्यन्ति? किं मषिः कश्चित् शुद्धः पदार्थः अस्ति अथवा मिश्रणम्?

वयं प्राप्नुमः यत् मषिः जले वर्णस्य एकं मिश्रणम् अस्ति। एवं प्रकारेण वयं विलायकतः विलेयपदार्थं बाष्पीकरणविधिना पृथक् कर्तुं शक्नुमः।

2.3.2 दुग्धतः सन्तानिकां कथं पृथक् कर्तुं शक्नुमः?

अद्यत्वे वयम् आपणतः सम्पूर्णसन्तानिकायुक्तं दुग्धं टोण्डुदुग्धं द्विगुणटोण्डुदुग्धं पोलीबन्धे अथवा टेट्राबन्धे प्राप्नुमः। दुग्धस्य एतेषु प्रकारेषु भिन्नभिन्नमात्रायां वसा भवति।

क्रियाकलापः _____ 2.5

- एकस्यां परीक्षणनलिकायां स्वल्पं सम्पूर्णसन्तानिकायुक्तं दुग्धं स्वीकरणीयम्।

- अपकेन्द्रीययन्त्रेण एतत् निमेषद्वयम् अपकेन्द्रितं करणीयम्। यदि विद्यालये एतत् यन्त्रम् उपलब्धं नास्ति तर्हि एतं प्रयोगं भवन्तः गृहे पाकशालायां प्रयुज्यामानेन मन्थनेन अथवा मिश्रकेण अपि कर्तुं शक्नुवन्ति।
- यदि पार्श्वे कापि गोशाला अस्ति तर्हि तत्र गत्वा प्रष्टव्यं (क) यत् ते सन्तानिकां दुग्धतः कथं पृथक् कुर्वन्ति? (ख) अपि च दुग्धतः आमिक्षा कथं निर्मान्ति?

इदानीम् उत्तरं वदन्तु

- दुग्धस्य मन्थनेन भवन्तः किं दृष्टवन्तः?
- दुग्धतः सन्तानिकायाः पृथक्करणं कथं कुर्वन्ति?

यदा कदा द्रवे विद्यमानद्रवस्य एतावन्तः लघवः भवन्ति यत् ते शोधनपत्रतः बहिः निर्गच्छन्ति। एतान् कणान् पृथक् कर्तुं शोधनपत्रस्य उपयोगः न क्रियते। एतादृशमिश्रणं तु अपकेन्द्रनद्वारा पृथक् क्रियते। एतस्य सिद्धान्तस्य आधारेण यदा वयम् एतत् तीव्रगत्या भ्रामयामः तदा भारवन्तः कणाः अधः उपविशन्ति तथा च भाररहिताः कणाः उपरि एव तिष्ठन्ति।

अनुप्रयोगः

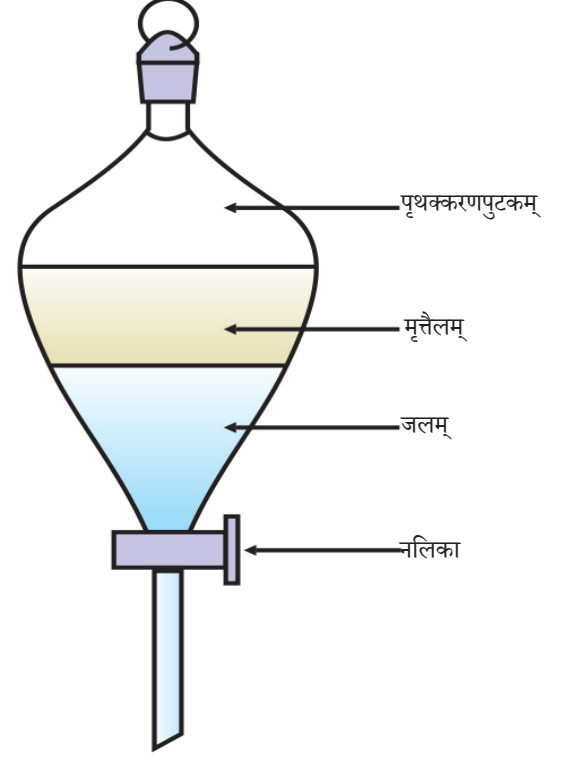
- प्रयोगशालायां रक्तस्य मूत्रस्य च परीक्षणम्।
- गोशालायां गृहे वा सन्तानिकातः नवनीतस्य निष्कासनप्रक्रियायाम्।
- वस्त्रक्षालनयन्त्रे आर्द्रवस्त्रतः जलस्य निष्पीडने।

2.3.3 अविलयशीलद्रवाणां मिश्रणं कथं पृथक् कर्तुं शक्यते?

क्रियाकलापः: 2.6

- आगच्छन्तु पुटकस्य प्रयोगेण मृतैलं जलात् पृथक् कर्तुं प्रयासं कुर्मः।
- मृतैलं तथा च जलस्य मिश्रणं कस्मिंश्चित् पृथक्करणपुटके स्थापनीयम्।
- किञ्चित् कालपर्यन्तम् एतत् शान्तं त्यक्तव्यं यतोहि जलस्य तैलस्य च पृथक् पृथक् स्तरः निर्मितः भवेत्।

- पृथक्करणपुटकस्य नलिका उद्घाटनीया तथा च सावधानीपूर्वकं जलस्य स्तरः निष्कासनीयः।
- यदैव तैलम् अधः आगच्छति तदैव नलिका पिधानीया।



चित्र 2.6 अविलयशीलद्रवाणां पृथक्करणम्

अनुप्रयोगः

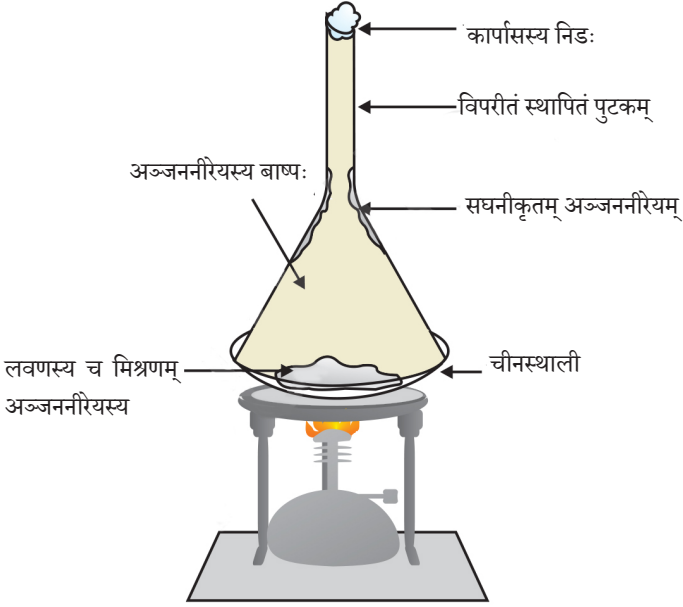
- तैलस्य तथा च जलस्य अविलयशीलमिश्रणस्य पृथक्करणम्।
- धातुशोधनस्य समये लौहस्य पृथक्करणम्। एतेन विधिना भाररहितं धातुमलम् उपरिष्ठात् अपसारितं भवति तथा च भ्राष्ट्रस्य निम्नस्तरे सन्तप्तलौहः अवशिष्टः भवति।

सिद्धान्तानुगुणं परस्परम् अमिलनशीलं द्रव्यं स्वस्य घनत्वानुसारं विभिन्नेषु स्तरेषु पृथक् भवति।

2.3.4 लवणम् अञ्जननीरेयस्य मिश्रणं कथं पृथक् कर्तुं शक्यते?

गते अभ्यासे वयं दृष्टवन्तः यत् अञ्जननीरेयस्य उष्णीकरणेन तत् सघनावस्थातः साक्षात् वातीयावस्थायां परिवर्तते। एवं प्रकारेण तत् मिश्रणं (यस्मिन् ऊर्ध्वपातिताः भवितुम् अवयवाः स्युः) ऊर्ध्वपातितं न भवितुं योग्य-अशुद्धितः पृथक् कर्तुं

ऊर्ध्वपातनस्य प्रक्रियायाः उपयोगः क्रियते। अञ्जननीरियं, कर्पूरं, गन्धकर्पूरं, एन्थ्रासीन, इत्यादि ऊर्ध्वपातितयोग्यानां सघनपदार्थानां कानिचन उदाहरणानि सन्ति।

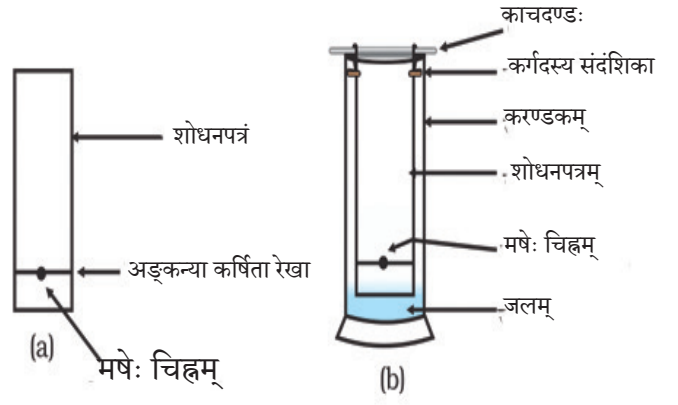


चित्र 2.7 ऊर्ध्वपातनस्य प्रक्रियाद्वारा अञ्जननीरियस्य तथा च लवणस्य पृथक्करणम्

2.3.5 किं कृष्णे मषौ रञ्जकः एकवर्णः एव अस्ति?

क्रियाकलापः: 2.7

- शोधनपत्रस्य कश्चन कृशः स्तरः स्वीकरणीयः।
- एतस्य अधस्तनकोणात् 3 cm उपरि अङ्कन्या एका रेखा कर्षणीया। चित्रं 2.8 (क)।
- तस्याः रेखायाः मध्ये जले विलयशीलस्य कृष्णमषेः एकः बिन्दुः स्थापनीयः। एषः शुष्कः भवितुं त्यक्तव्यः।
- करण्डके अथवा काचपात्रस्य परीक्षणनलिकायां जलं स्वीकरणीयं तस्मिन् एतत् शोधनकर्गदं तथा स्थापनीयं यथा तत् जलस्य स्तरात् उपरि भवेत् यथा चित्रे 2.8 (क) मध्ये दर्शितम् अस्ति। इदानीम् एतत् शान्त्या त्यक्तव्यम्।
- यदैव जलं शोधनपत्रस्य उपरि उद्गच्छति तदा सावधानीपूर्वकं द्रष्टव्यम्। अवलोकनस्य टिप्पणी करणीया।



चित्र 2.8 रङ्गलेखनविधिद्वारा कृष्णमषौ विद्यमानरञ्जकानां पृथक्करणम्।

इदानीम् उत्तरं वदन्तु

- यथा यथा जलम् उपरि उद्गच्छति भवन्तः शोधनपत्रे किं दृष्टवन्तः?
- किं भवन्तः शोधनपत्रस्य खण्डेषु विभिन्नवर्णानाम् अवलोकनं कृतवन्तः?
- भवतां मतानुसारं वर्णस्थानस्य शोधनपत्रस्य उपरि उद्गमनस्य कारणं किम्?

यं मषिं वयं प्रयुक्तवन्तः तत्र जलं विलायकरूपेण अस्ति तथा च रञ्जकः विलेयरूपेण। यदा जलं शोधनपत्रस्य ऊर्ध्वदिशां प्रति अग्रेसरः भवति तदा रञ्जकस्य कणान् अपि सार्धमेव नयति। प्रायः रञ्जकः द्वयोः बहूनां वा वर्णानां मिश्रणम् भवति। रङ्गमयं घटकं यत् जले अधिकं विलयशीलं भवति तत् तीव्रगत्या उपरि उद्गच्छति एवञ्च एतेन प्रकारेण रङ्गानां पृथक्करणं सम्भवति।

मिश्रणात् घटकं पृथक् कर्तुम् एतं विधिं रङ्गलेखनविधिः इति वदन्ति। ग्रीकभाषायां क्रोमा (kroma) पदस्य अर्थः भवति रङ्गः। एषः विधिः सर्वप्रथमं रङ्गानां पृथक्करणे प्रयुक्तः आसीत् इति कारणेन एतस्य नाम रङ्गलेखनविधिः अभवत्। एषः कश्चित् तादृशः विधिः अस्ति यस्य प्रयोगः तान् विलेयपदार्थान् पृथक् कर्तुं भवति ये एकप्रकारके विलायके विलीनाः भवन्ति।

प्रौद्योगिक्यां विकासेन सह एव रङ्गलेखनविधौ नूतनप्रौद्योगिक्याः विकासः अभवत् यस्य विषये भवन्तः उच्चकक्षासु पठिष्यन्ति।

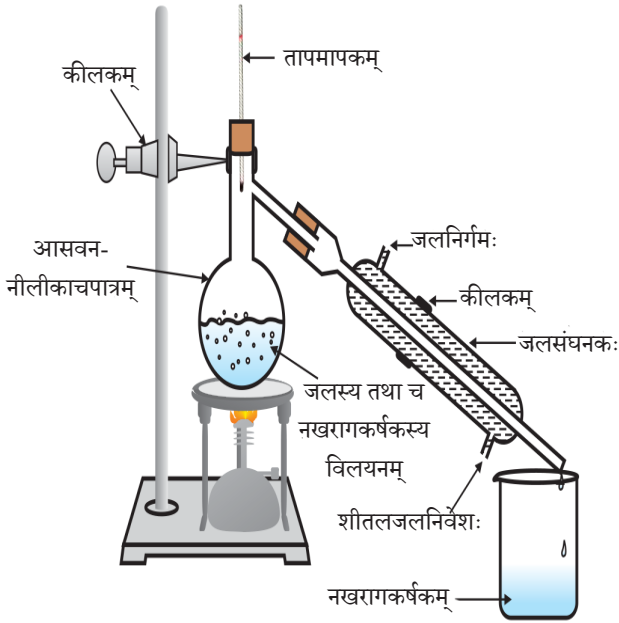
अनुप्रयोगः

- रज्जके रङ्गानां पृथक्करणे।
- प्राकृतिकरङ्गेभ्यः वर्णकं पृथक्करणे।
- रक्तात् मादकद्रव्याणां पृथक्करणे।

2.3.6 द्वयोः विलयशीलद्रवयोः मिश्रणं कथं पृथक्करणीयम्?

क्रियाकलापः _____ 2.8

- आगच्छन्तु वयं नखरागकर्षकं तथा च जलं तेषां मिश्रणात् पृथक् कर्तुं प्रयासं कुर्मः।
- मिश्रणम् आसवनकूप्यां स्थापनीयं तत्र एकं तापमापकं योजनीयम्।
- उपकरणं प्रदत्तचित्रानुसारं 2.9 व्यवस्थितं कुर्वन्तु



चित्रं 2.10 प्रभाजी-आसवनम्

- मिश्रणं शनैः शनैः उष्णीकरणीयं तथा च सावधानीपूर्वकं तापमापकस्य अवलोकनं करणीयम्।
- नखरागकर्षकं बाष्पीकृतं भवति तथा च संघनितं भूत्वा संघनकद्वारा बहिः निष्कास्य एतत् पात्रे एकत्र कर्तुं शक्यते।
- जलम् आसवननीलीकाचपात्रे अवशिष्टं भवति।

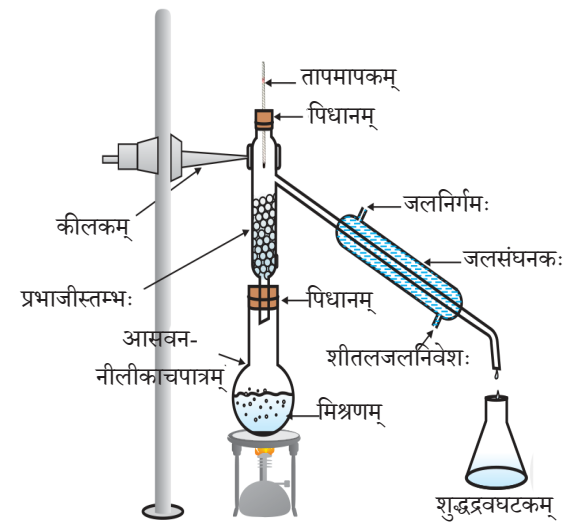
इदानीम् उत्तरं वदन्तु

यदा भवन्तः मिश्रणस्य उष्णीकरणं प्रारभन्ते तदा भवन्तः किम् अवलोकयन्ति?
किञ्चित् कालपर्यन्तं कस्मिन् तापमाने तापमापकस्य पाठ्यांशः स्थायी तिष्ठति?
नखरागकर्षकस्य क्वथनाङ्कः कः अस्ति?
घटकद्वयं वयं पृथक् पृथक् कर्तुं शक्नुमः किमर्थम्?

एषः विधिः आसवनविधिः कथ्यते। एतस्य उपयोगः तस्य मिश्रणस्य पृथक्करणे भवति यस्य विघटनं विना एव क्वथनं भवति तथा च यस्य घटकानां क्वथनाङ्कानां मध्ये अधिकम् अन्तरालं भवति।

द्वयोः बहूनां वा विलयशीलानां द्रवाणां येषां क्वथनाङ्कस्य अन्तरं 25 K तः न्यूनं भवति तेषां मिश्रणं पृथक् कर्तुं प्रभाजी-आसवनविधेः प्रयोगः क्रियते। उदाहरणार्थम् - वायोः विभिन्नवातानां पृथक्करणं तथा च पृथिवीपार्वतक उत्पादेभ्यः तेषां विभिन्नघटकानां पृथक्करणम्। एतस्य उपकरणं साधारण-आसवनविधेः समानमेव भवति। केवलस्य आसवनस्य नीलीकाचपात्रस्य तथा च संघनकस्य मध्ये एकस्य प्रभाजीस्तम्भस्य प्रयोगः क्रियते।

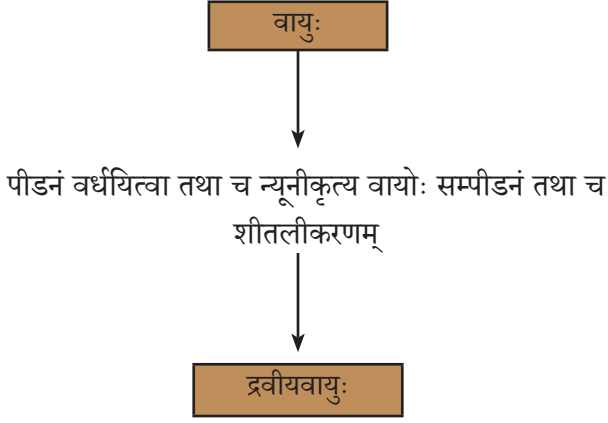
साधारणः प्रभाजीस्तम्भः नाम काचित् नलिका भवति या काचस्य खण्डैः पूर्णा भवति। एते खण्डाः बाष्पं शीतं संघनितं च भवितुं स्तरप्रदानं कुर्वन्ति यथा चित्रे 2.10 मध्ये प्रदर्शितम् अस्ति।



चित्रं 2.10 प्रभाजी-आसवनम्

2.3.7 वायोः वातान् कथं प्राप्तुं शक्नुमः?

वायुः किञ्चन समाङ्गिमिश्रणम् अस्ति तथा च एतस्य घटकाः प्रभाजी – आसवनद्वारा पृथक् कर्तुं शक्यन्ते। प्रवाहचित्रम् 2.11 एतस्य विधेः चरणान् दर्शयति।

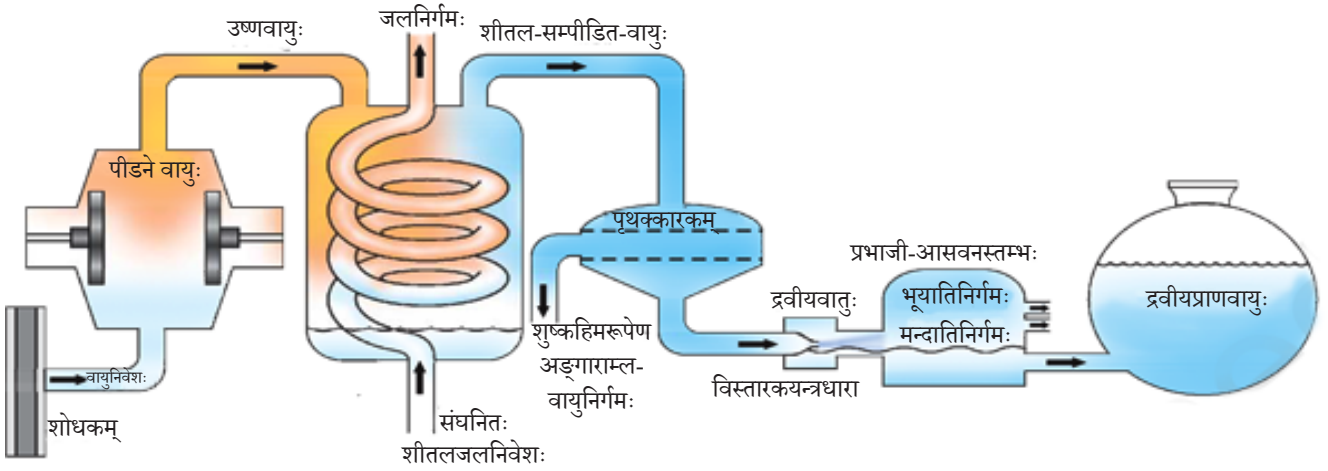


प्रभाजी आसवनस्तम्भे वायुं शनैः शनैः उष्णीकरणम्

विभिन्ने औन्नत्ये वातानां पृथक्करणम्

	प्राणवायुः	मन्दातिः	भूयातिः
क्वथनाङ्कः °C	-183	-186	-196
वायोः प्रतिशतम्	20.9	0.9	78.1

चित्र 2.11 वायोः वातान् प्राप्तुं प्रवाहचित्रम्



चित्र 2.12 वायोः घटकानां पृथक्करणम्

यदि वयं वायोः प्राणवायुं (चित्र 2.12) प्राप्तुम् इच्छामः तर्हि वायौ उपस्थिताः अन्ये वाताः पृथक् करणीयाः। द्रववायुं प्राप्तुं प्रथमं वायौ पीडनं क्रियते तथा च पुनः तापं न्यूनीकृत्य तत् शीतलीकृत्य तस्य सम्पीडनं क्रियते। एषः द्रवितवातः प्रभाजी-आसवनस्तम्भे शनैः शनैः उष्णीक्रियते यत्र सर्वेऽपि वाताः विभिन्ने औन्नत्ये स्वक्वथनाङ्कानुसारं पृथक् भवन्ति यथा चित्रे 2.12 मध्ये दर्शितम् अस्ति।

अधोलिखितानाम् उत्तरं वदन्तु

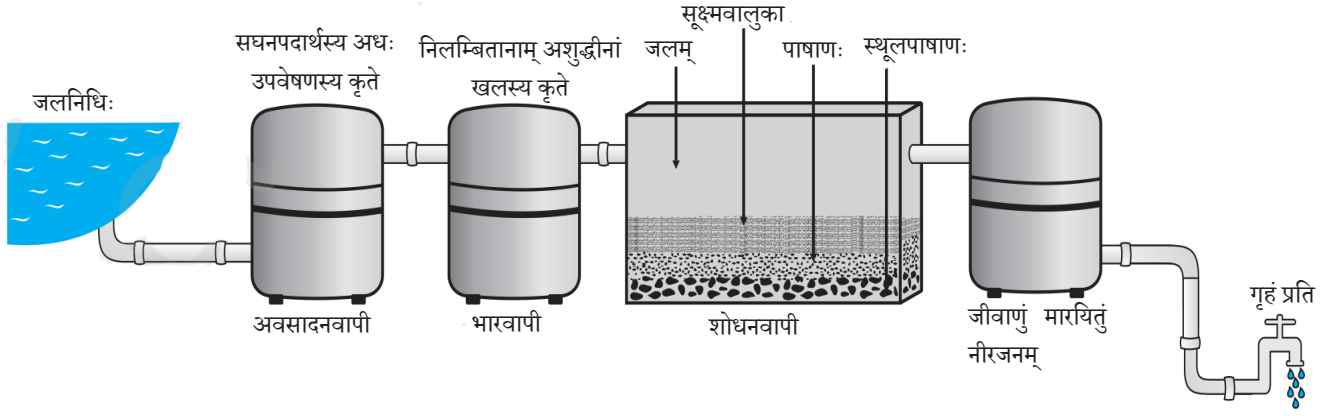
- वायौ उपस्थिताः वाताः तेषां वर्धमानक्वथनाङ्कानुसारं व्यवस्थिताः करणीयाः।

- यदा वायुः शीतलीक्रियते तदा किं घटकं प्रथमं द्रवे परिवर्तितं भवति।

2.3.8 कस्माच्चित् अशुद्धप्रतिदर्शात् शुद्धं ताम्रशुल्बीयं कथं प्राप्तुं शक्यते?

क्रियाकलापः _____ 2.9

- कस्याञ्चित् चीनस्थाल्यां प्रायः 5 g अशुद्धं ताम्रशुल्बीयं स्वीकरणीयम्।
- जलस्य न्यूनतममात्रायाम् एतत् मिश्रणीयम्।
- अशुद्धयः शोधनीयाः।
- संतृप्तविलयनं प्राप्तुं जलं ताम्रशुल्बीयस्य मिश्रणेन बाष्पीकरणीयम्।



चित्रे 2.13 जलगृहे जलशुद्धिनिकायः

- विलयनं शोधकपत्रेण आच्छादनीयं तथा च प्रकोष्ठस्य तापमाने आदिनं शीतलं भवितुं शान्तं त्यक्तव्यम्।
- भवन्तः ताम्रशुल्बीयस्य माणभान् चीनस्थाल्यां प्राप्स्यन्ति।
- एषः प्रक्रमः माणभीकरणमिति कथ्यते।

इदानीम् उत्तरं वदन्तु

- चीनस्थाल्यां भवन्तः किम् अवलोकितवन्तः?
- किं माणभाः एकसमानाः दृश्यन्ते?
- चीनस्थाल्यां स्थापितात् द्रवात् माणभाः कथं पृथक् करणीयाः?

माणभीकरणविधेः प्रयोगः सघनपदार्थानां शुद्धीकरणे क्रियते। उदाहरणार्थं – सामुद्रिकजलात् यत् लवणं प्राप्यते तत्र बहुविधाः अशुद्धयः भवितुम् अर्हन्ति। एतेषाम् अशुद्धीनां दूरीकरणार्थं माणभीकरणविधेः उपयोगः क्रियते। माणभीकरणं सः विधिः अस्ति यस्य माध्यमेन माणभस्य रूपेण शुद्धं सघनं विलयनात् पृथक् क्रियते। माणभीकरणविधिः साधारणबाष्पीकरणविधेः अधोलिखितकारणैः उत्तमः भवति।

- कानिचन सघनानि विघटितानि भवन्ति अथवा कानिचन शर्करा इव उष्णीकरणेन रूक्षाणि भवन्ति।
- शोधनानन्तरमपि अशुद्धविलेयपदार्थस्य विलायके मिश्रणेन विलयने काश्चन अशुद्धयः अवशिष्यन्ते। बाष्पीकरणानन्तरम् अशुद्धयः सघनं दूषयन्ति।

अनुप्रयोगः

- सामुद्रिकजलद्वारा प्राप्तस्य लवणस्य शुद्धीकरणे।
- अशुद्धप्रतिदर्शात् स्फाटिकी पृथक्करणे।

एवं प्रकारेण मिश्रणस्य प्रकृतेः अनुसारम् उपरि प्रदत्तविधिषु कस्यचित् प्रयोगं कृत्वा वयं शुद्धपदार्थं प्राप्तुं शक्नुमः। प्रौद्योगिक्यां विकासेन सह इतोऽपि बहूनां पृथक्करणविधीनाम् आविष्कारः जातः अस्ति।

नगरेषु जलगृहात् पेयजलस्य आपूर्तिः क्रियते। जलगृहस्य काचित् रेखा चित्रे 2.13 दर्शिता अस्ति। जलगृहात् स्वस्य गृहे प्राप्यमाणस्य जलस्य विभिन्नचरणेषु स्वकक्षाषु चर्चा कुर्वन्तु।

प्रश्नः

1. अग्नितैलं मृत्तैलं च परस्परं विलयशीलम् अस्ति तत् भवन्तः कथं पृथक् करिष्यन्ति? अग्नितैलस्य मृत्तैलस्य च क्वथनाङ्केषु 25 0C तः अधिकम् अन्तरालम् अस्ति।
2. पृथक्करणस्य सामान्यविधीनां नामानि वदन्तु दधितः नवनीतम्। सामुद्रिकजलात् लवणम्। लवणात् कर्पूरम्।
3. माणभीकरणविधेः कीदृशं मिश्रणं पृथक् कर्तुं शक्यते?

2.4 भौतिकं तथा च रासायनिकपरिवर्तनम्

शुद्धपदार्थे मिश्रणे च भेदं ज्ञातुम् आगच्छन्तु सर्वप्रथमं भौतिकस्य रासायनिकस्य च परिवर्तनस्य माध्यमिकभेदान् जानीमः। गते अध्याये वयं पदार्थानां भौतिकगुणानां विषये अध्ययनं कृतवन्तः। एतादृशाः गुणाः येषाम् अवलोकनं वर्णनं च वयं कर्तुं शक्नुमः यथा - रङ्गः, कठोरता, दृढता, प्रवाहः,

घनत्वं, द्रवनाङ्कः, क्वथनाङ्कः च इत्यादयः भौतिकगुणाः कथ्यन्ते।

अवस्थानाम् आन्तरिकरूपान्तरणं किञ्चन भौतिकं परिवर्तनम् अस्ति यतोहि एतत् परिवर्तनं पदार्थानां संघटने परिवर्तनम् अकृत्वा एव भवति तथा च रासायनिकप्रकृतौ अपि किमपि परिवर्तनं न भवति। यद्यपि हिमं जलं बाष्पः च भिन्नं भिन्नं दृश्यते तथापि एतत् भिन्नं भिन्नं भौतिकगुणं दर्शयति किन्तु एतत् रासायनिकरूपेण समानं भवति।

जलं तथा च भोजनं पक्तुं तैलम् एतत् उभयमपि द्रवमेव अस्ति किन्तु एतयोः रासायनिकगुणधर्माः भिन्नाः सन्ति। एतयोः गन्धे ज्वलनशीलतायां च भेदः अस्ति। वयं जानीमः यत् तैलं वायौ ज्वलति किन्तु जलम् अग्निं शमयति। तैलस्य एषः रासायनिकः गुणः तत् जलात् भिन्नं करोति। ज्वलनं किञ्चन रासायनिकपरिवर्तनम् अस्ति। ज्वलनस्य प्रक्रियायां पदार्थाः परस्परं क्रियां कृत्वा स्वस्य रासायनिकसंघटने परिवर्तनम् आनयन्ति। रासायनिकपरिवर्तनं पदार्थानां रासायनिकगुणधर्मेषु परिवर्तनम् आनयन्ति तथा च वयं कञ्चन नूतनं पदार्थं प्राप्नुमः। रासायनिकपरिवर्तनं रासायनिकप्रक्रिया अपि कथ्यते।

सिक्थवर्तिकायाः ज्वलनस्य प्रक्रियायां भौतिकं तथा च रासायनिकं परिवर्तनं भवति। किं भवन्तः एतत् परिचेतुं शक्नुवन्ति?

प्रश्नः

1. अधोलिखितं रासायनिके भौतिके च परिवर्तने वर्गीकुर्वन्तु।

- वृक्षाणां कर्तनम्।
- नवनीतस्य कस्मिंश्चित् पात्रे द्रवीभवनम्।
- कपाटिकायां मुञ्जः।
- जलस्य क्वथनेन बाष्पीभवनम्।
- विद्युत्तरङ्गानां जले प्रवाहः तथा च तेषाम् दजनवायौ प्राणवायौ च विघटनम्।
- जले साधारणलवणस्य विलयशीलता।
- फलैः शकलादः।
- काष्ठस्य कर्गदस्य ज्वलनम्।

2. स्वस्य परिसरस्य वस्तूनि शुद्धपदार्थेभ्यः अथवा मिश्रणात् भिन्नं कर्तुं प्रयासः करणीयः।

2.5 शुद्धपदार्थानां प्रकाराः के?

पदार्थानां तेषां रासायनिकस्य आधारेण तत्त्वेषु अथवा यौगिकेषु वर्गीकरणं कर्तुं शक्यते।

2.5.1 तत्त्वम्

रॉबर्टबायलः प्रथमः वैज्ञानिकः आसीत् यः 1661 शताब्दे सर्वप्रथमं तत्त्वशब्दस्य प्रयोगं कृतवान्। फ्रांसदेशस्य रसायनज्ञः एंटोनीलॉरेंट लवाइजिए (1743 – 1794) शताब्दे सर्वप्रथमं तत्त्वशब्दस्य परिभाषां प्रयोगद्वारा प्रतिपादितवान्। तस्य अनुसारं तत्त्वं पदार्थस्य तादृशं मूलं रूपम् अस्ति यत् रासायनिकप्रक्रियाद्वारा अन्यसरलपदार्थेषु विभाजनं कर्तुं न शक्यते।

तत्त्वं सामान्यतया धातौ अधातौ उपधातौ च वर्गीकर्तुं शक्यते।

धातवः प्रायः प्रदत्तेषु अधोलिखितगुणधर्मेषु सर्वान् अथवा कांश्चन प्रदर्शयन्ति।

- एते प्रकाशमयाः भवन्ति।
- एते रजतम् इव धवलाः अथवा सुवर्णमिव पीताः भवन्ति।
- एते तापस्य विद्युतः च सुचालकाः भवन्ति।
- एते तन्याः भवन्ति (तथा च एते तन्त्रीरूपेण कर्षितुं शक्यन्ते)।
- एते आघातवर्ध्याः भवन्ति। एतान् ताडयित्वा कृशस्तरेषु परिवर्तयितुं शक्यते।
- एते प्रतिध्वनिपूर्णाः भवन्ति।

सुवर्णं, रजतं, ताम्रं, लौहः, विक्षारं, पोटैशियमधातुः इत्यादिकं सर्वम् अपि धातोः उदाहरणम्। पारदः धातुः सन्नपि प्रकोष्ठस्य तापमाने द्रवम् अस्ति।

अधातवः प्रदत्तेभ्यः अधोलिखितगुणेभ्यः प्रायः कांश्चन अथवा सर्वान् प्रदर्शयति।

- एते विभिन्नवर्णमयाः भवन्ति।
- एते तापस्य विद्युतः च कुचालकाः भवन्ति।
- एते प्रकाशमयाः प्रतिध्वनिपूर्णाः आघातवर्ध्याः च न भवन्ति।

उदजनवायुः, प्राणवायुः, जम्बुकी , अङ्गारकं, (कोल,कोक) दुराग्री, नीरजी इत्यादिकम् अधातूनाम् एव उदाहरणानि सन्ति। किञ्चन तत्त्वं धातोः अधातोः च

मध्यस्थगुणान् दर्शयति यत् उपधातुः कथ्यते। यथा टांकणम्, सैकतीयं, सिकातुः इत्यादि।

एतदपि जानन्तु

- एतावत् पर्यन्तं ज्ञातानां तत्त्वानां संख्या शतात् अधिका अस्ति। इतः 92 तत्त्वानि प्राकृतिकानि सन्ति तथा च अवशिष्टानि मानवनिर्मितानि सन्ति।
- प्रायः तत्त्वानि सघनानि सन्ति।
- 11 तत्त्वानि प्रकोष्ठस्य तापमाने वाताः सन्ति।
- तत्त्वद्वयं पारदः तथा च दुराग्री प्रकोष्ठस्य तापमाने द्रवमस्ति।
- द्रवातुः तथा च द्युतातुः तत्त्वं प्रकोष्ठस्य तापमाने (303 K) तः किञ्चित् अधिके तापमाने द्रवावस्थां स्वीकरोति।

2.5.2 यौगिकः

कश्चन यौगिकः तादृशः पदार्थः अस्ति यः द्वयोः बहूनां वा तत्त्वानां नियते अनुपाते रासायनिकरीत्या संयोजनेन निर्मितः भवति।

यदा द्वयोः अथवा बहूनां तत्त्वानां परस्परं मेलनं भवति तदा वयं किं प्राप्नुमः?

क्रियाकलापः _____ 2.10

- कक्षायाः गणद्वये विभागः करणीयः। एकैकस्मै अपि गणाय 5 g लौहचूर्णं तथा च 3 g गन्धकम् एकस्यां चीनस्थाल्यां दातव्यम्।

प्रथमगणः

- लौहचूर्णं गन्धकचूर्णं च चूर्णयित्वा मिश्रणीयम्।

द्वितीयगणः

- लौहचूर्णं गन्धकचूर्णं च चूर्णयित्वा मेलनीयम्। मिश्रणं तीव्रतापे उष्णीकरणीयं यावत् पर्यन्तं रक्तं न भवेत्।

प्रथमः द्वितीयः च गणः

- प्राप्तायां सामग्र्यां चुम्बकीयगुणः परीक्षणीयः। सामग्र्याः समीपे किञ्चन चुम्बकम् आनेतव्यम्। परीक्षणीयं यत् किं सामग्री चुम्बकं प्रति आकर्षिता भवति ?
- गणद्वयात् अपि प्राप्तायाः सामग्र्याः वर्णस्य स्वरूपस्य च तुलना करणीया।

- प्राप्तायाः सामग्र्याः एकस्मिन् भागे कार्बन डाइसल्फ़ाइड मिश्रणीयम्। मिश्रणं समीचीनरीत्या मेलनीयं तथा च शोधनीयम्।
- प्राप्तस्य पदार्थस्य द्वितीये भागे तनु गन्धकीयाम्लः अथवा तनु हाइड्रोक्लोरिक-अम्लः मिश्रणीयः। (अस्य क्रियाकलापस्य कृते अध्यापकस्य निरीक्षणम् आवश्यकम् अस्ति।)
- एतस्य क्रियाकलापस्य लौहस्य तथा च गन्धकस्य तत्त्वैः सह पृथक् पृथक् पुनरावर्तनं करणीयम्। अवलोकनस्य टिप्पणी करणीया।

इदानीम् उत्तरं वदन्तु

- किं गणद्वयेन अपि प्राप्ता सामग्री दर्शने समाना अस्ति?
- केन गणेन प्राप्तायां सामग्र्यां चुम्बकीयः गुणः विद्यमानः अस्ति?
- किं प्राप्तायाः सामग्र्याः घटकानां पृथक्करणे वयं समर्थाः स्मः?
- किं तनु गन्धकीयाम्लस्य अथवा तनु हाइड्रोक्लोरिक-अम्लस्य सामग्र्यां स्थापनेन गणद्वयम् अपि वातं प्राप्नोति? किं स्थितिद्वये अपि प्राप्तस्य गन्धः समानः अस्ति अथवा पृथक् पृथक् अस्ति?

प्रथमगणेन प्राप्तः वातः उदजनवायुः अस्ति। एषः वायुः वर्णहीनः गन्धहीनः तथा च ज्वलनशीलः अस्ति। एतस्य ज्वलनशीलतायाः परीक्षा प्रकोष्ठे न करणीया।

द्वितीयगणेन प्राप्तः वातः उदजनशुल्बेयम् अस्ति। एषः वर्णहीनः वातः अस्ति तथा च एतस्य गन्धः शीर्णः अण्डः इव अस्ति।

भवन्तः प्राप्तवन्तः यत् गणद्वयेन अपि प्राप्ताः पदार्थाः भिन्नभिन्नगुणान् दर्शयन्ति। यद्यपि प्रारम्भे प्रदत्ताः पदार्थाः समानाः आसन्, प्रथमगणस्य क्रियायाः फलस्वरूपेण भौतिकं परिवर्तनं, तथा च द्वितीयगणस्य क्रियायाः फलस्वरूपेण पदार्थेषु रासायनिकं परिवर्तनम् अभवत्।

- प्रथमगणेन प्राप्ता सामग्री द्वयोः पदार्थयोः मिश्रणम् अस्ति। दत्तः पदार्थः लौहः तथा च गन्धकम् अस्ति।

सारणी 2.2 मिश्रणं तथा च यौगिकम्

मिश्रणम्	यौगिकम्
1. तत्त्वानि अथवा यौगिकानि केवलं मिश्रणं निर्मातुं मिलन्ति, किन्तु कस्यचित् नूतनस्य यौगिकस्य निर्माणं न कुर्वन्ति। 2. मिश्रणस्य संघटनं परिवर्तनीयं भवति। 3. मिश्रणं तस्मिन् उपस्थितस्य घटकस्य गुणान् दर्शयति। 4. घटकं भौतिकविधिद्वारा सरलतया पृथक् कर्तुं शक्यते।	1. तत्त्वानि क्रियां कृत्वा नूतनस्य यौगिकस्य निर्माणं कुर्वन्ति। 2. नूतनस्य पदार्थस्य संघटनं सदैव स्थायी भवति। 3. नूतनस्य पदार्थस्य गुणधर्माः पूर्णरूपेण भिन्नाः भवन्ति। 4. घटकं केवलं रासायनिक्याः अथवा वैद्युतरासायनिक्याः प्रतिक्रियाया एव पृथक् कर्तुं शक्यते।

- मिश्रणस्य गुणः तयोः द्वयोः मिलितयोः तत्त्वयोः गुणेन समानः अस्ति।
- द्वितीयगणेन प्राप्ता सामग्री यौगिकी अस्ति।
- द्वयोः तत्त्वयोः तीव्रतया उष्णीकरणेन वयं यौगिकं तत्त्वं प्राप्तवन्तः, यस्य गुणः मिश्रितेभ्यः तत्त्वेभ्यः पूर्णरूपेण पृथक् अस्ति।
- यौगिकस्य संघटनं सम्पूर्णं पदार्थे समानम् अस्ति। वयम् एतत् अपि द्रष्टुं शक्नुमः यत् यौगिकस्य स्वरूपं तथा च वर्णाः अपि सर्वेषु स्थानेषु समानाः सन्ति। एतेन प्रकारेण संक्षेपेण वयं पदार्थानां भौतिकीं प्रकृतिं तथा च रासायनिकीं प्रकृतिम् अधोलिखितायाः आरेखायाः माध्यमेन व्यवस्थितां कर्तुं शक्नुमः।

पदार्थः (सघनं, द्रवं, वातः वा)			
शुद्धपदार्थः		मिश्रणम् (किमपि नियतं संघटनं नास्ति)	
तत्त्वम्	यौगिकम्	समाङ्गी	विषमाङ्गी
सरलपदार्थेषु विभक्तुं न शक्यन्ते।	नियतस्य संघटनस्य रासायनिक्या अथवा वैद्युतरासायनिक्या प्रतिक्रियाया घटकतत्त्वेषु विघटनं कर्तुं शक्यते।	समानं संघटनम्	असमानं संघटनम्
यथा – ताम्रं, प्राणवायुः, लौहः, उज्ज्वल-वायुः पारदं,	यथा – जलं, मीथेन, शर्करा, लवणम् इत्यादि।	यथा – जले शर्करा, जले लवणं, कार्बन डाइसल्फ़ाईड इत्यत्र गन्धकं, मद्यसारे जलम् आदि।	यथा – बालुका तथा च लवणं, शर्करा तथा च लवणं, तैले जलम् आदि।



भवन्तः

किं

अधिगतवन्तः?

- मिश्रणे एकस्मात् अधिकाः पदार्थाः (तत्त्वम् अथवा यौगिकं) कस्मिंश्चित् अपि मिश्रणे मिलिताः भवन्ति।
- मिश्रणं पृथक् कर्तुम् उचितविधिद्वारा शुद्धपदार्थेषु पृथक् कर्तुं शक्यते।
- विलयनं द्वयोः बहूनां वा पदार्थानां समाङ्गि मिश्रणम् अस्ति। विलयनस्य विशालः अवयवः विलायकः कथ्यते तथा च अवयवः विलेयः कथ्यते।
- विलयनस्य सान्द्रता तस्य घटकपरिमाणस्य अथवा विलायकस्य घटकद्रव्यमाने उपस्थितस्य विलेयस्य मात्रा अस्ति।
- सः पदार्थः यः विलायके अविलयशीलः तथा च नेत्रद्वारा द्रष्टुं शक्यते सः निलम्बनम् इति कथ्यते। निलम्बनं किञ्चन विषमाङ्गि मिश्रणम् अस्ति।
- कलिलं किञ्चन विषमाङ्गि मिश्रणम् अस्ति, यस्य कणानाम् आकारः अतीव लघुः भवति वयं सरलतया तं द्रष्टुम् अपि न शक्नुमः, किन्तु तावान् दीर्घः भवति यत् प्रकाशस्य प्रसारं कर्तुं सक्षमः भवति। कलिलम् उद्योगेषु तथा च दैनन्दिनजीवने महत्त्वपूर्णं भवति। विलेयकणाः परिक्षिप्ता प्रावस्था कथ्यते तथा च विलायकं यस्मिन् एते पूर्णरूपेण वितीर्णाः भवन्ति। तत् परिक्षेपणमाध्यमं कथ्यते।
- शुद्धपदार्थः तत्त्वम् अथवा यौगिकं भवितुम् अर्हति। तत्त्वं पदार्थस्य मूलं रूपं भवति यत् रासायनिकक्रियाद्वारा सरलपदार्थेषु विभक्तुं न शक्यते। यौगिकं तादृशः पदार्थः अस्ति यः द्वयोः बहूनां वा तत्त्वानां स्थिरे अनुपाते रासायनिकरूपे संयोजनेन भवति।
- यद्यपि यौगिकानां गुणाः तेषु निहितानां तत्त्वानां गुणभ्यः भिन्नाः भवन्ति तथापि मिश्रणे उपस्थितानि तत्त्वानि यौगिकानि च स्वीयान् स्वीयान् गुणान् दर्शयन्ति।



अभ्यासः

1. अधोलिखितं पृथक् कर्तुं भवन्तः कं विधिम् अनुसरिष्यन्ति?
 - (क) विक्षारनीरेयं जलस्य विलयनात् पृथक्करणे।
 - (ख) अञ्जननीरेयं विक्षारनीरेयात् तथा च अञ्जननीरेयस्य मिश्रणात् पृथक्करणे।
 - (ग) धातोः लघुखण्डस्य कारयानस्य तैलात् पृथक्करणे।
 - (घ) दधितः नवनीतस्य निष्कासने।
 - (ङ) जलात् तैलस्य निष्कासने।
 - (च) चायात् चायपत्राणां पृथक्करणे।
 - (छ) वालुकातः लौहसूचीनां पृथक्करणे।
 - (ज) तुषात् गोधूमस्य बीजानां पृथक्करणे।
 - (झ) जले तरतां कृशानां मृत्कणानां जलात् पृथक्करणे।
 - (ञ) पुष्पस्य दलानां निष्पीडनेन विभिन्नानां रञ्जकानां पृथक्करणे।
2. चायं निर्मातुं भवन्तः कस्य कस्य चरणस्य प्रयोगं करिष्यन्ति? विलयनं, विलायकं, विलेयं, विलयः, विलयशीलता, अविलयशीलता, शोधितं तथा च अवशेषशब्दानां प्रयोगः

करणीयः।

3. प्रज्ञा त्रयाणां भिन्नभिन्नपदार्थानां विलयशीलतां विभिन्ने तापमाने परीक्षितवती तथा च अधः प्रदत्तां सूचनां प्राप्तवती। प्राप्ताः परिणामाः अधः तालिकायां प्रदत्ताः सन्ति। तथा च 100 g जले विलेयपदार्थस्य मात्रा तालिकायां प्रदर्शिता अस्ति या च संतृप्तविलयनं निर्मातुं पर्याप्ता अस्ति।

विलेयपदार्थाः	तापमाने K				
	283	293	313	333	353
	विलयशीलता				
दहातुभूयीयम्	21	32	62	106	167
विक्षारनीरेयम्	36	36	36	37	37
दहातुनीरेयम्	35	35	40	46	54
अञ्जननीरेयम्	24	37	41	55	66

- (क) 50 g जले 313 उपरि दहातुभूयीयस्य संतृप्तविलयनं प्राप्तुं कति ग्रा. दहातुभूयीयस्य आवश्यकता भविष्यति।
- (ख) प्रज्ञा 353 K उपरि दहातुनीरेयस्य एकं संतृप्तविलयनं निर्माति तथा च विलयनं प्रकोष्ठस्य तापमाने शीतलं भवितुं त्यजति। यदा विलयनं शीतलं भविष्यति तदा सा किम् अवलोकनं करिष्यति? स्पष्टं कुर्वन्तु।
- (ग) 297 K उपरि प्रत्येकं लवणस्य विलयशीलतायाः परिकलनं करणीयम्। एतस्मिन् तापमाने कीदृशं लवणं सर्वाधिकं विलयशीलं भविष्यति?
- (घ) तापमाने परिवर्तनेन लवणस्य विलयशीलतायां कः प्रभावः भवति?
4. अधोलिखितस्य उदाहरणसहितं व्याख्यानं कुर्वन्तु
- (क) संतृप्तविलयनम्
- (ख) शुद्धपदार्थः
- (ग) कलिलम्
- (घ) निलम्बनम्
5. अधोलिखितात् प्रत्येकं समाङ्गिमिश्रणे विषमाङ्गिमिश्रणे च वर्गीकृतं कुर्वन्तु।
विक्षारजलं, काष्ठं, हिमं, वायुः, मृत्तिका, शोधितचायम्।
6. भवन्तः केन प्रकारेण पुष्टिं करिष्यन्ति यत् प्रदत्तं वर्णहीनं द्रवं शुद्धम् अस्ति?
7. अधोलिखितेषु किं वस्तु शुद्धपदार्थेषु अन्तर्भवति?
- (क) हिमम्
- (ख) दुग्धम्
- (ग) लौहः
- (घ) हाइड्रोक्लोराइड अम्लः
- (ङ) छौरैयजारेयम्
- (च) पारदम्
- (छ) इष्टिका
- (ज) काष्ठम्
- (झ) वायुः

8. अधोलिखितमिश्रणेषु विलयनस्य परिचयं कुर्वन्तु।
 (क) मृत्तिका
 (ख) सामुद्रिकं जलम्
 (ग) वायुः
 (घ) अङ्गारः
 (ङ) विक्षारजलम्
9. अधोलिखितेषु कः टिनडलप्रभावं प्रदर्शयिष्यति?
 (क) लवणस्य मिश्रणम्
 (ख) दुग्धम्
 (ग) ताम्रशुल्बीयस्य विलयनम्
 (घ) श्वेतसारस्य विलयनम्
10. अधोलिखितं तत्त्वे, यौगिके तथा च मिश्रणे वर्गीकुर्वन्तु।
 (क) विक्षारम्
 (ख) मृत्तिका
 (ग) शर्करायाः मिश्रणम्
 (घ) छौरैयप्राङ्गारीयम्
 (ङ) त्रपु
 (च) सैकतीयम्
 (छ) अङ्गारः
 (ज) वायुः
 (झ) फेनकम्
 (ञ) मीथेनवातः
 (ट) अङ्गाराम्लवायुः
 (ठ) रक्तम्
11. अधोलिखितेषु किं किं परिवर्तनं रासायनिकम् अस्ति?
 (क) सस्यानां वृद्धिः
 (ख) लौहे अयोमलम्
 (ग) लौहचूर्णस्य तथा च वालुकायाः मिश्रणम्
 (घ) भोजनस्य पाकः
 (ङ) भोजनस्य जीर्णता
 (च) जलात् हिमीभवनम्
 (छ) सिक्थवर्तिकायाः ज्वलनम्

गणक्रियाकलापः



एकः मृत्तिकायाः घटः, वालुका तथा च केचन पाषाणाः स्वीकरणीयाः। पङ्कमयं जलं स्वच्छं कर्तुं लघुस्तरे काचित् शोधनयुक्तिः निर्मातव्या।

तृतीयः अध्यायः

परमाणवः अणवः च (Atoms and Molecules)

प्राचीनाः भारतीयाः तथा च ग्रीकदार्शनिकाः द्रव्यस्य अज्ञातानाम् अदृश्यानां च रूपाणां कारणेन सर्वदा एव आश्चर्यचकिताः भवन्ति स्म। पदार्थस्य विभाज्यतायाः मते भारते बहु पूर्वं प्रायः 500 ईसापूर्वं विचारः अभिव्यक्तः आसीत्।

भारतीयः दार्शनिकः महर्षिः कणादः प्रतिपादितवान् आसीत् यत् यदि वयं द्रव्यस्य (पदार्थस्य) विभाजनं कुर्वन्तः गच्छामः तर्हि लघुलघुकणाः प्राप्यमाणाः भविष्यन्ति तथा च अन्ते काचित् सीमा आगमिष्यति यदा प्राप्ताः कणाः पुनः विभाजयितुं न शक्यन्ते अर्थात् सः सूक्ष्मतमः कणः अविभाज्यः भविष्यति। एषः अविभाज्यः सूक्ष्मतमः कणः तेन परमाणुः कथितः। अन्यः कश्चित् भारतीयः दार्शनिकः पकुधा कात्यायामः एतत् मतं विस्तृतरूपेण बोधितवान् तथा च उक्तवान् यत् एते कणाः संयुक्तरूपेण प्राप्यन्ते ये अस्माकं कृते द्रव्यस्य भिन्नभिन्नरूपाणां प्रदानं कुर्वन्ति।

प्रायः एतस्मिन् एव समये ग्रीकदार्शनिकौ डेमोक्रीटसः लियुसीपसः च सूचितवन्तौ आस्तां यत् यदि वयं द्रव्यस्य विभाजनं कर्तुं गच्छामः तर्हि काचित् तादृशी परिस्थितिः आगमिष्यति यदा प्राप्तः कणः पुनः विभाजयितुं न शक्यते। तौ एतम् अविभाज्यं कणं परमाणुम् अर्थात् अविभाज्यम् उक्तवन्तौ। एताः सर्वाः अपि सूचनाः दार्शनिकविचाराधारिताः आसन्। एतेषां विचाराणां वैधतां सिद्धां कर्तुं अष्टादशे शताब्दे किमपि अधिकं प्रयोगात्मकं कार्यं न जातम् आसीत्।

अष्टादशशताब्द्याः अन्तर्पर्यन्तं वैज्ञानिकाः तत्त्वानां यौगिकानां च मध्ये भेदम् अवगतवन्तः तथा च स्वाभाविकरूपेण एतत् ज्ञातुम् इच्छुकाः अभवन् यत् तत्त्वं कथं तथा च किमर्थं संयोगं करोति? यदा तत्त्वं परस्परं संयोगं करोति तदा किं भवति?

वैज्ञानिकः Antoine L. Lavoisier laid रासायनिकसंयोजनस्य द्वयोः महत्त्वपूर्णयोः नियमयोः

स्थापनां कृतवान् यः रसायनविज्ञानस्य कृते महत्त्वपूर्णम् आधारं प्रदत्तवान्।

3.1 रासायनिकसंयोजनस्य नियमाः

लवाइजिए तथा च जोजफ एल. प्राउस्ट द्वारा बहूनां प्रायोगिककार्याणाम् अनन्तरं रासायनिकसंयोजनस्य अधोलिखितौ द्वौ नियमौ प्रतिपादितौ।

3.1.1 द्रव्यमानसंरक्षणस्य नियमः

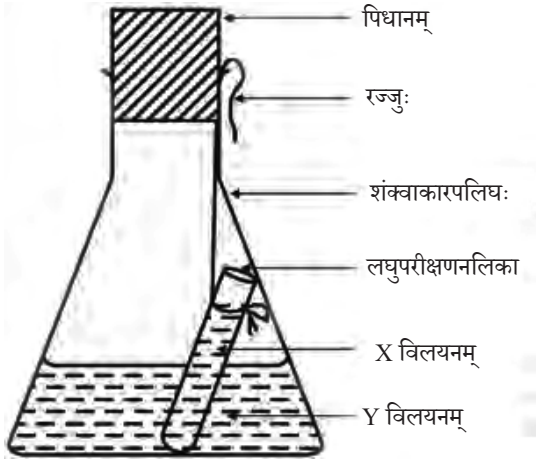
यदा रासायनिकपरिवर्तनं (रासायनिकी अभिक्रिया) सम्पन्नं भवति तदा किं द्रव्यमाने किमपि परिवर्तनं भवति?

क्रियाकलापः 3.1

- अधस्तनं X तथा च Y रसायनानाम् एकं युगलं स्वीकुर्वन्तु।

X	Y
(i) ताम्रशुल्बीयम् 1.25g	विक्षारप्राङ्गारीयम् 1.43g
(ii) हरिजानीरेयम् 1.22g	विक्षारशुल्बीयम् 1.53g
(iii) सीसभूयीयम् 2.07g	विक्षारनीरेयम् 1.17g

- X तथा च Y युगलानां सूचीतः कस्यचित् एकस्य युगलस्य रसायनानां भिन्नं भिन्नं विलयनं 10 mL जलं निर्माणीयम्।
- उपर्युक्तात् सिद्धात् युगलविलयनात् Y विलयनं शंक्वाकारपलिघे स्वीकरणीयं तथा च X विलयनं कस्याञ्चित् लघुपरीक्षणनलिकायां स्वीकरणीयम्। लघुपरीक्षणनलिका विलययुक्ते पलिघे एवं प्रकारेण अवलम्बनीया यथा द्वयोः विलयनयोः परस्परं मिश्रणं भवेत्। तदनन्तरं पलिघस्य मुखे एकं पिधानं स्थापनीयं यथा चित्रे 3.1 प्रदर्शितम् अस्ति।



चित्र 3.1 Y विलयनं युक्ते शंक्वाकारपलिघे निमज्जिता X विलयनयुक्ता लघुपरीक्षण -नलिका

- अन्तर्वस्तुयुक्तः पलिघः सावधानतया तोलनीयः।
- इदानीं पलिघम् अवनमय्य तथा भ्रामणीयं यथा XY विलयनं परस्परं मिश्रितं भवेत्।
- इदानीम् एषः पलिघः पुनः तोलनीयः।
- शंक्वाकारपलिघे का प्रतिक्रिया अभवत्?
- किं भवन्तः चिन्तयन्ति यत् कापि रासायनिकी अभिक्रिया अभवत्?
- किं पलिघस्य द्रव्यमाने तथा च अन्तर्वस्तुनि किमपि परिवर्तनम् अभवत्?

द्रव्यमानसंरक्षणस्य नियमानुसारं कस्याञ्चित् रासायनिक्याम् अभिक्रियायां द्रव्यमानस्य न तु सर्जनं कर्तुं शक्यते नैव च विनाशः।

3.1.2 स्थिरस्य अनुपातस्य नियमः

लवाइजिए तथा च अन्ये वैज्ञानिकाः एतं विषयं प्रकाशितवन्तः यत् किमपि यौगिकं द्वाभ्यां बहुभिः वा तत्त्वैः विनिर्मितं भवति। एतेन प्रकारेण प्राप्ते यौगिके एतेषां तत्त्वानाम् अनुपातः स्थिरः भवति। एतत् कस्माच्चित् स्थानात् प्राप्तं स्यात् अथवा कश्चित् निर्माणं कृतवान् स्यात् इत्यादिकं सर्वम् अनपेक्षितम्।

यौगिके जले उदजनवायोः तथा च प्राणवायोः द्रव्यमानस्य अनुपातः सर्वदा 1:8 भवति। जलस्य स्रोतः यत् किमपि भवति तत् अनपेक्षितम्। एवम् एव यदि 9 g जलस्य अपघटनं कुर्मः तर्हि सदैव 1 g उदजनवायुः तथा च 8 g प्राणवायुः एव प्राप्तः भवति। एतेन प्रकारेण एव अमृतक्षारे

(NH₃) भूयातिः उदजनवायुः च द्रव्यमानानाम् अनुसारं सदैव 14:3 अनुपाते विद्यमानं भवति, अमृतक्षारं केन अपि प्रकारेण निर्मितं स्यात् अथवा कस्माच्चित् अपि स्रोतसः स्वीकृतं स्यात्, तत् अनपेक्षितम्।

उपर्युक्तेभ्यः उदाहरणेभ्यः स्थिरस्य अनुपातस्य नियमस्य व्याख्या भवति यः निश्चितस्य अनुपातस्य नियमः अपि कथ्यते। प्राउस्टः एतस्य नियमस्य एवं प्रकारेण व्याख्यां कृतवान् “ कस्मिंश्चित् यौगिके तत्त्वं सर्वदा एकस्य निश्चितस्य द्रव्यमानस्य अनुपाते विद्यमानं भवति”।



जॉनडाल्टनस्य जन्म सन् 1766 समये इंग्लैण्डदेशस्य कस्यचित् तन्तुवायस्य कुटुम्बे अभवत्। द्वादशवर्षीयः यदा अभवत् तदा शिक्षकरूपेण जीविकाम् आरब्धवान्। सप्तवर्षाणाम् अनन्तरं विद्यालयस्य प्रधानाचार्यः अभवत्।

सन् 1793 मध्ये जॉनडाल्टनः कस्मिंश्चित् महाविद्यालये गणितं, भौतिकीं, रसायनशास्त्रं च पाठयितुं मैन्चेस्टरनगरं गतवान्। तत्र सः जीवनस्य अधिकं समयं शिक्षणे शोधकार्ये च व्यतीतवान्। सन् 1808 मध्ये एषः स्वस्य परमाणुसिद्धान्तं प्रस्तुतवान्, यत् द्रव्याणाम् अध्ययनाय कश्चन महत्त्वपूर्णः सिद्धान्तः अभवत्।

वैज्ञानिकानाम् आगामिनी समस्या एतेषां नियमानाम् उचितव्याख्याकरणस्य आसीत्। जॉनडाल्टनः द्रव्याणां प्रकृतिविषये कञ्चित् आधारभूतं सिद्धान्तं प्रस्तुतवान्। डाल्टनः द्रव्याणां विभाज्यतायाः विचारं प्रदत्तवान् यः विचारः तावत्कालपर्यन्तं दार्शनिकता मन्यते स्म। ग्रीकदार्शनिकानां द्वारा द्रव्याणां सूक्ष्मतमः कणः, यस्य परमाणुः इति नाम दत्तम् आसीत्, तस्य डाल्टनः अपि परमाणुः इति नाम दत्तवान्। डाल्टनस्य एषः सिद्धान्तः रासायनिकसंयोजनस्य नियमाधारितः आसीत्। डाल्टनस्य परमाणुसिद्धान्तः द्रव्यमानस्य संरक्षणस्य नियमस्य तथा च निश्चितस्य अनुपातस्य नियमस्य च युक्तिसंगतव्याख्यां कृतवान्।

डाल्टनस्य परमाणुसिद्धान्तस्य अनुसारं तत्त्वं, यौगिकम् अथवा मिश्रणं भवतु, तत् सर्वम् अपि द्रव्यं सूक्ष्मकणैः विनिर्मितं भवति, यत् परमाणुः कथ्यते। डाल्टनस्य सिद्धान्तस्य विवेचना एवं प्रकारेण कर्तुं शक्यते।

- सर्वम् अपि द्रव्यं परमाणुद्वारा निर्मितं भवति।
- परमाणुः अविभाज्यः सूक्ष्मकणः भवति यः रासायनिक्याम् अभिक्रियायां न तु सृष्टं भवति नैव च तस्य नाशः भवति।
- प्रदत्तस्य द्रव्यस्य सर्वेषां परमाणूनां द्रव्यमानं तथा च रासायनिकगुणधर्मः समानः एव भवति।
- भिन्नभिन्नतत्त्वानां परमाणोः द्रव्यमानं तथा च रासायनिकगुणधर्माः भिन्नाः भिन्नाः भवन्ति।
- भिन्नभिन्नतत्त्वानां परमाणुः परस्परं लघ्व्याः पूर्णसंख्यायाः अनुपाते संयोगं कृत्वा यौगिकस्य निर्माणं कुर्वन्ति।
- कस्मिंश्चित् यौगिके परमाणूनां सापेक्षसंख्या तथा च प्रकारः निश्चितः भवति।

भवन्तः अग्रिमे अध्याये अध्ययनं करिष्यन्ति यत् परमाणौ इतोपि लघवः विद्यमानाः भवन्ति।

करिष्यति?

3.2 परमाणुः कः भवति?

किं भवन्तः कदापि भवनस्य निर्मीयमाणां भित्तिं दृष्टवन्तः? एतया भित्त्या एकः प्रकोष्ठः अथवा बहुभिः प्रकोष्ठैः एकं भवनं निर्मितं भवति। तस्य विशालस्य भवनस्य रचनात्मकं घटकं किम् अस्ति? कस्यचित् रचनात्मकं घटकं किं भवति? एषः वालुकायाः लघुतमः कणः भवति। एवं प्रकारेण सर्वेषाम् अपि द्रव्याणां रचनात्मकं घटकं परमाणुः भवति।

परमाणवः कियन्तः विशालाः भवन्ति?

परमाणवः अतीव लघवः भवन्ति। यस्य वयं कल्पनाम् अथवा तुलनां कर्तुं शक्नुमः एते तस्मात् अपि वस्तुनः लघवः भवन्ति। लक्षशः परमाणून् यदा वयं एकस्य उपरि उपरि स्थापयामः तदा बहुकठिनतया कर्गदस्य एकः पृष्ठसमानः स्तरः निर्मितः भवति।

परमाणुत्रिज्या व्यमात्रा(nm) मध्ये माप्यते।

$$10^{-9}\text{m} = 1\text{nm}$$

$$1\text{m} = 10^9\text{nm}$$

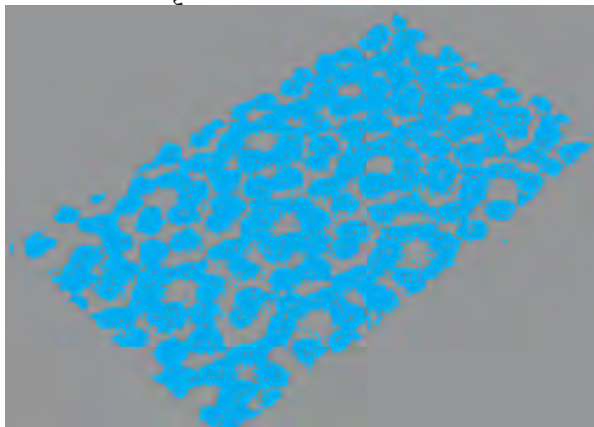
सापेक्षः आकारः

त्रिज्या (मीटर मध्ये)	उदाहरणम्
10^{-10}	उदजनपरमाणुः
10^{-9}	जल-अणुः
10^{-8}	रुधिरवर्णिका -अणुः
10^{-4}	वालुकाकणः
10^{-2}	पिपीलिका
10^{-1}	कालिङ्गम्

- एकस्याम् अभिक्रियायां 5.3 g विक्षारकौकिलीयम् तथा च 6.0 g शौक्ताम्लम् अभिकृतं भवति। 2.2 g अङ्गाराम्लवायुः, 8.2 g विक्षारशौक्तं तथा च 0.9 g जलस्य उत्पादस्य रूपेण प्राप्ताः भवन्ति। एतया अभिक्रियाया प्रदर्शयन्तु यत् एतत् परीक्षणं द्रव्यमानसंरक्षणस्य अनुरूपम् अस्ति। विक्षारप्राङ्गारीयम् + शौक्ताम्लम् - विक्षारशौक्तम् + अङ्गाराम्लवायुः + जलम्।
- उदजनवायुः तथा च प्राणवायुः द्रव्यमानस्य अनुसारं 1:8 अनुपाते संयोगं कृत्वा जलनिर्माणं करोति। 3 g उदजनवायुवातेन सह पूर्णरूपेण संयोगं कर्तुं कति प्राणवायुवातानां द्रव्यमानस्य आवश्यकता भविष्यति।
- डाल्टनस्य परमाणुसिद्धान्तस्य किम् अभिगृहीतद्रव्यमानस्य संरक्षणस्य नियमस्य परिणामः अस्ति?
- डाल्टनस्य परमाणुसिद्धान्तस्य कः अभिगृहीतः निश्चितस्य अनुपातस्य नियमस्य व्याख्यां

यदि परमाणूनाम् आकारः एतावान् लघुः भवति यत् एतान् वयं नगण्यान् चिन्तयामः तर्हि एतेषां विषये वयं किमर्थं चिन्तयामः? वयम् एतेषां विषये तदर्थं चिन्तयामः यतोहि अस्माकं सम्पूर्णं विश्वम् एव परमाणुद्वारा विनिर्मितम् अस्ति। वयं तान् द्रष्टुं शक्नुमः न वा? तथापि ते अत्र विद्यमानाः एव सन्ति तथा च अस्माकं प्रत्येकं क्रियाकलापे तेषां प्रभावः भवति एव। इदानीं वयम् आधुनिकतन्त्रस्य साहाय्येन तत्त्वानां

स्तरस्य आवर्धितं प्रतिबिम्बं दर्शयितुं शक्नुमः यत्र उपस्थिताः परमाणवः स्पष्टाः दृश्यन्ते।



चित्रम् 3.2 सैकतीय-स्तरस्य प्रतिबिम्बम्

3.2.1 विभिन्नतत्त्वानां परमाणूनाम् आधुनिकं प्रतीकं किम् अस्ति?

डाल्टनः तादृशः वैज्ञानिकः आसीत् यः तत्त्वानां प्रतीकानां प्रयोगम् अतीव विशिष्टे अर्थे कृतवान्। यदा कस्यचित् तत्त्वस्य प्रयोगं कृतवान् तदा एतत् प्रतीकं तस्य तत्त्वस्य निश्चितां मात्रां सूचयति स्म अर्थात् एतत् प्रतीकं तत्त्वस्य एकं परमाणुं प्रदर्शयति स्म। बर्जिलियसः तत्त्वानाम् एतादृशं प्रतीकं सूचितवान् यत् तेषां तत्त्वानां नामानि एकेन बहुभिः वा अक्षरैः प्रदर्शितानि भवन्ति स्म।

● उदजनवायुः	● कौकिलीयम्	○ प्राणवायुः
⊙ भास्वरः	⊕ गन्धकम्	ⓘ लौहः
Ⓒ ताम्रम्	Ⓕ सीसम्	Ⓔ रजतम्
Ⓖ स्वर्णम्	⒫ महातुः	Ⓓ पारदः

सारणी 3.1 केषाञ्चन तत्त्वानां प्रतीकम्

तत्त्वम्	प्रतीकम्	तत्त्वम्	प्रतीकम्	तत्त्वम्	प्रतीकम्
स्फटयातुः	Al	ताम्रम्	Cu	भूयातिः	N
मन्दातिः	Ar	तरस्विनी	F	प्राणवायुः	O
हरिजा	Ba	स्वर्णम्	Au	दहातुः	K

चित्रम् 3.3 डाल्टनद्वारा सूचितानि कानिचन तत्त्वानां प्रतीकानि

प्रारम्भे तत्त्वानां नाम्नां व्युत्पत्तिः तेषां स्थानानां नाम्ना कृता यत्र तानि सर्वप्रथमं प्राप्तानि। यथा (copper) इति नाम साइप्रसतः (Cyprus) व्युत्पन्नम्। केषाञ्चन तत्त्वानां नामानि विशिष्टरङ्गेभ्यः स्वीकृतानि। यथा स्वर्णं (gold) नाम आङ्ग्लभाषायाः तस्मात् शब्दात् स्वीकृतं यस्य अर्थः भवति पीतः।

अद्यत्वे इंटरनेशनल यूनियन ऑफ प्योर एण्ड एप्लाइड केमिस्ट्री (IUPAC) तत्त्वानां नाम्नां स्वीकृतिं प्रददाति। प्रायः तत्त्वानां प्रतीकं तेषाम् आङ्ग्लनाम्नाम् एकेन द्वाभ्यां वा अक्षराभ्यां विनिर्मितं भवति। कस्यचित् प्रतीकस्य प्रथमम् अक्षरं दीर्घाक्षरे (capital letter) तथा च द्वितीयम् अक्षरं लघु-अक्षरे (small letter) लिख्यते।

यथा

- हाइड्रोजन, H
- ऐलुमिनियम, Al न तु AL
- कोबाल्ट, Co न तु CO

केषाञ्चन तत्त्वानां प्रतीकं तेषाम् आङ्ग्लनाम्नां प्रथमाक्षरं तथा च अन्ते आगामिनः कस्यचित् अक्षरस्य संयोजनं कृत्वा निर्मायन्ते। यथा 1. क्लोरीन, Cl, 2. जिंक, Zn इत्यादि।

अन्यतत्त्वानां प्रतीकं लैटिन, जर्मन, ग्रीकभाषासु तेषां नाम्ना विनिर्मितम् अस्ति। यथा लौहस्य (Iron) प्रतीकं Fe अस्ति। यत् तस्य फेरम इति लैटिननामतः व्युत्पन्नम् अस्ति। एवम् एव सोडियमप्रतीकं Na तथा च दहातुप्रतीकं K क्रमशः नैट्रियम-केलियमतः व्युत्पन्नम् अस्ति। एवं प्रकारेण प्रत्येकं तत्त्वस्य एकं नाम तथा च एकम् अद्वितीयं रासायनिकं प्रतीकं भवति।

टांकणम्	B	उदजनम्	H	सैकतीयम्	Si
दुराघ्नी	Br	जम्बुकी	I	रजतम्	Ag
छौरैयम्	Ca	लौहः	Fe	विक्षारम्	Na
कौकिलीयम्	C	सीसम्	Pb	गन्धकम्	S
नीरजी	Cl	भ्राजातुः	Mg	किरणातुः	U
केत्वातुः	Co	शिथिरातिः	Ne	कुप्यातुः	Zn

(यदा कदापि भवन्तः तत्त्वानाम् अध्ययनं करिष्यन्ति तदा भवतां सन्दर्भस्य कृते उपर्युक्ता सारणी प्रदत्ता अस्ति। एषा सम्पूर्णा अपि सारणी एकस्मिन् एव समये स्मरणीया इति नास्ति। समये – समये, वारं वारम् उपयोगं कुर्मः चेत् स्वयम् एव एतेषां प्रतीकानां निर्माणविधिं ज्ञास्यामः।)

3.2.2 परमाणुद्रव्यमानम्

डाल्टनस्य परमाणुसिद्धान्तस्य सर्वाधिकविशिष्टा संकल्पना परमाणुद्रव्यमानस्य आसीत्। तस्य अनुसारं प्रत्येकं तत्त्वस्य किञ्चन अभिलाक्षणिकं परमाणुद्रव्यमानं भवति। डाल्टनस्य सिद्धान्तः स्थिरस्य अनुपातस्य नियमं तावत् समीचीनतया बोधयितुं समर्थः आसीत् यत् वैज्ञानिकाः एतेन प्रेरिताः भूत्वा परमाणुद्रव्यमानस्य मापनं प्रति अग्रेसराः अभवन्। यतोहि एकस्य परमाणोः द्रव्यमानस्य ज्ञानम् अपेक्षाकृतं कठिनम् आसीत् अतः रासायनिकसंयोजनस्य नियमानाम् उपयोगाय तथा च उत्पन्नयौगिकानां द्वारा सापेक्षपरमाणुद्रव्यमानं ज्ञातवन्तः।

वयम् अत्र किञ्चन यौगिकं प्राङ्गार-एकजारेयस्य (CO) उदाहरणं स्वीकुर्मः, यत् कौकिलीयेन तथा च प्राणवायुना संयोगेन प्राङ्गार-एकजारेयं विनिर्मितम् अस्ति। प्रायोगिकरूपेण एतत् निरीक्षितं यत् 3 g कौकिलीयस्य 4 g प्राणवायोः च संयोजनेन प्राङ्गार-एकजारेयं निर्मितं भवति। अपरशब्देन वदामः चेत् कौकिलीयं स्वस्य 4/3 गुणितम् अधिकं द्रव्यमानवता प्राणवायुना सह संयुक्तं भवति। चिन्तयन्तु, यदि वयं परमाणुद्रव्यमानस्य घटकं केनचित् कौकिलीयपरमाणुद्रव्यमानेन समं चिन्तयामः तर्हि कौकिलीयपरमाणुं 1.0 u तथा च प्राणवायुपरमाणुद्रव्यमानं 1.33 u निर्दिशामः। (प्रारम्भे परमाणुद्रव्यमानं amu द्वारा संक्षेपेण लिखन्ति स्म, किन्तु अद्यत्वे IUPAC नवीनतम-

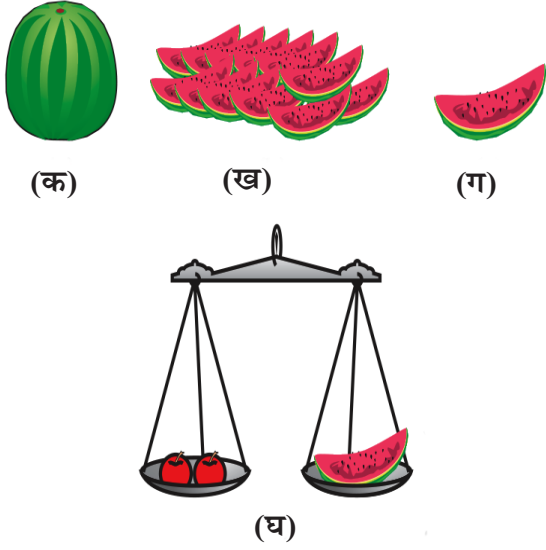
अनुमोदनद्वारा एतत् “u” यूनीफाइड द्रव्यमानद्वारा प्रदर्शयन्ति।) किन्तु द्रव्यमानानां यथासम्भवं पूर्णाङ्के अथवा प्रायशः पूर्णाङ्के व्यक्तीकरणम् अधिकं सुलभं भवति। अग्रे गत्वा वैज्ञानिकाः परमाणुद्रव्यमानानां भिन्नभिन्नघटकानां विषये विचारम् अभव्यक्तवन्तः। वैज्ञानिकाः यदा विभिन्नपरमाणुद्रव्यमानानां घटकानां विषये शोधरताः आसन् तदा ते प्रारम्भे प्रकृतिजन्यस्य प्राणवायोः द्रव्यमानस्य 1/16 भागं घटकरूपेण स्वीकृतवन्तः। कारणद्वयेन एतत् समीचीनतया ज्ञातुं शक्यते।

- प्राणवायुः अनेकतत्त्वैः सह अभिक्रियां कृत्वा यौगिकं निर्माति।
- एतेन परमाणुद्रव्यमानघटकेन अधिकांशतत्त्वानां परमाणुद्रव्यमानं पूर्णाङ्के प्राप्तं भवति।

तथापि 1961 मध्ये परमाणुद्रव्यमानं ज्ञातुं परमाणुद्रव्यमानघटकं कौकिलीयम् – 12 समस्थानिकं (आइसोटोप) मानकसन्दर्भरूपेण सार्वभौमिकरूपेण स्वीकृतम् आसीत्। कौकिलीयम् – 12 समस्थानिकस्य एकपरमाणुद्रव्यमानस्य 1/12तमं भागं मानकं परमाणुद्रव्यमानघटकरूपेण स्वीकुर्वन्ति। कौकिलीयम् -12 समस्थानिकस्य एकपरमाणुद्रव्यमानस्य सापेक्षं सर्वेषां तत्त्वानां परमाणुद्रव्यमानं प्राप्तं भवति।

कल्पनां कुर्वन्तु यत् कश्चित् फलविक्रेता विना मानकभारं फलानां विक्रयणं करोति। सः एकं कालिङ्गं स्वीकृत्य वदति यत् “ एतस्य द्रव्यमानं 12 घटकानि सन्ति ”(12 कालिङ्गीयघटकानि अथवा 12 फलानि द्रव्यमानघटकानि सन्ति)। सः कालिङ्गस्य 12 खण्डान् करोति तथा च प्राप्नोति यत् तेन विक्रीयमाणस्य एकैकस्य फलस्य द्रव्यमानं कालिङ्गस्य एकखण्डस्य द्रव्यमानस्य सापेक्षम् अस्ति। यथा चित्रे 3.4 मध्ये प्रदर्शितम् अस्ति, इदानीं सः

फलानां सापेक्षफलद्रव्यमानघटकरूपेण विक्रयणं करोति।



चित्र 3.4 (क) कालिङ्गम् (ख) 12 खण्डाः (ग) कालिङ्गस्य 1/12 तमः भागः (घ) कालिङ्गस्य खण्डानाम् उपयोगं कृत्वा सः फलविक्रेता फलानि कथं तोलयितुं शक्नोति ?

कस्यचित् तत्त्वस्य सापेक्षिकपरमाणुद्रव्यमानं तस्य परमाणूनां सामान्यतः द्रव्यमानस्य कौकिलीयम् - 12 परमाणूनां द्रव्यमानस्य 1/12तमस्य भागस्य अनुपातद्वारा परिभाषितः अस्ति।

सारणी 3.2 केषाञ्चन तत्त्वानां परमाणुद्रव्यमानम्

तत्त्वम्	परमाणुद्रव्यमानम् (u)
उदजनवायुः	1
कौकिलीयम्	12
भूयातिः	14
प्राणवायुः	16
विक्षारम्	23
भ्राजातुः	24
गन्धकम्	32
नीरजी	3505
छौरैयम्	40

3.2.3 परमाणवः कथम् अस्तित्वे तिष्ठन्ति?

अधिकांशतत्त्वानां परमाणवः स्वतन्त्ररूपेण अस्तित्वे न तिष्ठन्ति। परमाणुः अणुं तथा च आयनं निर्माति। एषः अणुः

तथा च आयनम् अत्यधिकसंख्यायां पुञ्जितं भूत्वा द्रव्यं निर्माति, यत् वयं द्रष्टुं शक्नुमः, अनुभवं कर्तुं शक्नुमः अथवा स्पर्शं कर्तुं शक्नुमः।

प्रश्नः

1. परमाणुद्रव्यमानं घटकं परिभाषितं कुर्वन्तु।
2. एकं परमाणुं नेत्रद्वारा किमर्थं द्रष्टुं न शक्नुमः?

3.3 अणुः कः भवति?

साधारणतया अणुः द्वयोः बहूनां वा परमाणूनां समूहः भवति यः परस्परं रासायनिक-बन्धद्वारा संयुक्तः भवति अथवा परस्परम् आकर्षणबलेन दृढः बद्धः भवति। अणुः कस्यचित् तत्त्वस्य अथवा यौगिकस्य तादृशसूक्ष्मतमकणस्य रूपेण परिभाषितुं शक्यते यः स्वतन्त्ररूपेण अस्तित्वे स्थातुं शक्नोति तथा च यः तस्य यौगिकस्य सर्वान् गुणधर्मान् प्रदर्शयति। एकस्य एव तत्त्वस्य परमाणुः अथवा भिन्नभिन्नतत्त्वानां परमाणुः परस्परं संयोगं कृत्वा अणुनिर्माणं करोति।

3.3.1 तत्त्वानाम् अणवः

कस्यचित् तत्त्वस्य अणवः एकप्रकारकैः परमाणुभिः संचरिताः भवन्ति। आर्गन (Ar), हीलियम (He), इत्यादीनाम् अनेकतत्त्वानाम् अणवः तस्य एव तत्त्वस्य केवलम् एकपरमाणुद्वारा निर्मिताः भवन्ति। यथा प्राणवायु-अणुः द्वयोः प्राणवायुपरमाण्वोः निर्मितं भवति इत्यतः एषः द्विपरमाणुकः अणुः O_2 कथ्यते। यदि सामान्यतः द्वयोः स्थाने त्रयः प्राणवायवः परमाणवः परस्परं संयोगं कुर्वन्ति तर्हि वयं ओजोन प्राप्नुमः। कस्यचित् अणोः संरचनायां प्रयुज्यमानपरमाणूनां संख्या तस्य अणोः परमाणुकता कथ्यते।

धातवः एवं च कानिचन अन्यानि तत्त्वानि यथा - प्राङ्गारीयस्य संरचना सरला न भवति किन्तु तस्य अणुषु असीमितपरमाणवः परस्परं बद्धाः भवन्ति।

आगच्छन्तु केषाञ्चन तत्त्वानां परमाणुकतायाः अवलोकनं कुर्मः।

सारणी 3.3 केषाञ्चन तत्त्वानां परमाणुकता

तत्त्वानां प्रकारः	नामानि	परमाणुकता
अधातुः	मन्दातिः	एकपरमाणुकम्
	यानातिः	एकपरमाणुकम्

प्राणवायुः	द्विपरमाणुकम्
उदजनवायुः	द्विपरमाणुकम्
भूयातिः	द्विपरमाणुकम्
नीरजी	द्विपरमाणुकम्
भास्वरः	चतुर्परमाणुकम्
गन्धकम्	चतुर्परमाणुकम्

3.3.2 यौगिकानाम् अणवः

भिन्नभिन्नतत्त्वानां परमाणवः कस्मिंश्चित् निश्चिते अनुपाते परस्परयोगेन यौगिकानाम् अणूनां निर्माणं कुर्वन्ति। सारण्यां 3.4 मध्ये कानिचन उदाहरणानि प्रदत्तानि सन्ति।

सारणी 3.4 केषाञ्चन तत्त्वानां परमाणुकता

यौगिकम्	संयुक्तानि तत्त्वानि	द्रव्यमानस्य अनुपातः
जलम्	उदजनवायुः, प्राणवायुः	1:8
अमृतक्षारम्	भूयातिः उदजनवायुः	14:3
अङ्गाराम्लवायुः	कौकिलीयम्, प्राणवायुः	3:8

क्रियाकलापः 3.2

- अणुषु विद्यमानपरमाणूनां द्रव्यमानस्य अनुपातानां कृते सारणी 3.4 तथा च तत्त्वानां परमाणुद्रव्यमानस्य कृते सारणी 3.2 द्रष्टव्या। सारण्यां 3.4 मध्ये प्रदत्तानां यौगिकानाम् अणुषु प्रयुक्तानां तत्त्वानां परमाणूनां संख्यायाः अनुपाताः ज्ञातव्याः।
- जल-अणौ प्रयुक्तानां परमाणूनां संख्यानाम् अनुपातः अधोलिखितेन प्रकारेण ज्ञातुं शक्यते।

तत्त्वम्	द्रव्यमानस्य अनुपातः	परमाणु-द्रव्यमानम् (u)	द्रव्यमानस्य अनुपातः/परमाणु-अनुपातः	सरलतमः अनुपातः
H	1	1	$\frac{1}{1} = 1$	2
O	8	16	$\frac{8}{16} = \frac{1}{2}$	1

- एवं प्रकारेण जल-अणौ प्रयुक्तपरमाणूनां संख्यानाम् अनुपातः H:O = 2:1

3.3.3 आयनं किं भवति?

धातुयुक्तं तथा च अधातुयुक्तं यौगिकम् आवेशितकणैः विनिर्मितं भवति। एते आवेशितकणाः आयनम् इति कथ्यन्ते। आयनम् आवेशितकणाः भवन्ति तथा च एतेषाम् उपरि ऋणम् अथवा धनम् आवेशितं भवति। ऋणम् आवेशितकणम् ऋणायनं (anion) तथा च आवेशितकणं धनायनं (cation) वदन्ति। यथा विक्षारनीरयं (NaCl) स्वीकुर्वन्तु। एतस्मिन् धनात्मकं विक्षारम् आयनं (Na⁺) तथा च ऋणात्मकं नीरयम् आयनं (Cl⁻) संघटककणरूपेण विद्यमानं भवति। आयनम् एकः आवेशितपरमाणुः अथवा परमाणूनाम् कश्चन तादृशः समूहः भवति यस्मिन् जालस्य आवेशः विद्यमानः भवति। परमाणूनां समूहः यस्मिन् जालस्य आवेशः विद्यमानः भवेत् तत् बहुपरमाणुकम् आयनं कथ्यते (सारणी 3.6)। वयम् आयनस्य निर्माणविषये चतुर्थे अध्याये विस्तृतं ज्ञानं प्राप्स्यामः।

सारणी 3.5 कानिचन आधुनिकानि यौगिकानि

आधुनिकं यौगिकम्	संघटकं तत्त्वम्	द्रव्यमानस्य अनुपातः
छौरियजारेयम्	छौरियम्	
भ्राजातुशुल्बेयम्	प्राणवायुः च भ्राजातुः शुल्बेयं च	1:8
विक्षारनीरयम्	विक्षारं नीरयं च	14:3
		23:35.5

3.4 रासायनिकसूत्रलेखनम्

कस्यचित् रासायनिकस्य यौगिकं सूत्रं तस्य संघटकस्य प्रतीकात्मकं निरूपणं भवति। भिन्नभिन्नयौगिकानां रासायनिकसूत्राणि सरलतया लेखितुं शक्यन्ते। एतस्य अभ्यासस्य कृते अस्माभिः तत्त्वानां प्रतीकं तथा च तेषां संयोजनक्षमता ज्ञातव्या भवति।

कस्यचित् तत्त्वस्य संयोजनशक्तिः (अथवा क्षमता) तस्य तत्त्वस्य संयोजकता कथ्यते। कस्यचित् एकस्य तत्त्वस्य परमाणुः अन्यतत्त्वस्य परमाणुना सह केन प्रकारेण संयुक्तः भूत्वा किञ्चन रासायनिकं यौगिकं निर्माति? एतत् ज्ञातुं संयोजकतायाः उपयोगः क्रियते। कस्यचित् तत्त्वस्य परमाणूनां संयोजकता तस्याः हस्तरूपेण अथवा भुजारूपेण विचारयितुं शक्यते।

सारणी 3.6 किञ्चन सामान्यं, सरलं तथा च बहुपरमाणुकम् आयनम्

संयोजकता	आयनस्य नाम	संकेतः	अधात्विकतत्त्वम्	संकेतः	बहुपरमाणुकम् आयनम्	संकेतः
1.	विक्षारम् दहातुः रजतम् ताम्रम्(I)*	Na ⁺ K ⁺ Ag ⁺ Cu ⁺	उदजनवायुः हाइड्राइड नीरजी पिष्टोक्तिः	H ⁺ H ⁻ Cl ⁻ Br ⁻	भ्राजातुः उदजारेयम् भूयीयम् उदजनम् प्राङ्गारीयम्	NH ₄ ⁺ OH ⁻ NO ₃ ⁻ HCO ₃ ⁻
2.	भ्राजातुः छौरैयम् कुप्यातुः लौहः(II)*	Mg ²⁺ Ca ²⁺ Zn ²⁺ Fe ²⁺	जम्बेयम् प्राणवायुः शुल्बेयम्	I ⁻ O ²⁻ S ²⁻	प्राङ्गारीयम् कासीसम् शुल्बीयम्	CO ₃ ²⁻ SO ₃ ²⁻ SO ₄ ²⁻
3.	ताम्रम्(II)* भ्राजातुः लौहः(III)*	Cu ²⁺ Al ³⁺ Fe ³⁺	नाइट्राइट	N ³⁻	भास्वीय लवणम्	PO ₄ ³⁻

* कानिचन तत्त्वानि एकस्मात् अधिकां संयोजकतां दर्शयन्ति। संयोजकता कोष्ठकेषु आंग्लसंख्याद्वारा प्रदर्शिता अस्ति।

मानवस्य भुजाद्वयं तथा च ऑक्टोपस-नामक-जीवस्य अष्टभुजाः भवन्ति। ऑक्टोपस-नामक-जीवस्य एका भुजा मानवस्य केवलम् एकां भुजां ग्रहीतुं शक्नोति। यदि एकः ऑक्टोपस-नामक-जीवः कांश्चन मानवान् एवं प्रकारेण ग्रहीतुम् इच्छति यत् तस्य अष्ट भुजाः मानवस्य द्वाभ्यां भुजाभ्यां सह प्रयुक्ताः भवेयुः तर्हि भवतां विचारे ऑक्टोपस-नामक-जीवः आहत्य कति मानवान् ग्रहीतुं शक्नोति? इदानीम् ऑक्टोपस-नामक-जीवं O तथा च मानवं H द्वारा निरूपणं कुर्वन्तु। किं भवन्तः एतस्य संयोजनस्य कृते सूत्रं लेखितुं शक्नुवन्ति? किं भवन्तः OH₄ सूत्ररूपेण प्राप्स्यन्ति? पादाङ्कः 4 ऑक्टोपस-नामक-जीवद्वारा ग्रहीतानां मानवानां संख्यां प्रदर्शयति।

सारण्यां 3.6 मध्ये केषाञ्चन सरलानां तथा च बहुपरमाणुक-आयनानां संयोजकताः दत्ताः सन्ति। संयोदकतायाः विषये वयम् इतोऽपि अधिकम् अग्रिमे अध्याये पठिष्यामः। रासायनिकसूत्राणां लेखनसमये अधोलिखितनियमानां पालनं करणीयम्।

- आयनस्य संयोजकता अथवा आवेशः संतुलितः भवेत्।
- यदा एकं यौगिकं कस्यचित् धातोः तथा च अधातोः संयोगेन निर्मितं भवति तदा धातोः नाम अथवा तस्य प्रतीकं रासायनिकसूत्रे आदौ लिख्यते। यथा –

छौरैयजारेयं (CaO), विक्षारनीरेयं (NaCl), लौहशुल्बेयं (FeS), ताम्रजारेयं (CuO), इत्यादि। यत्र प्राणवायुः नीरजी गन्धकम् च अधातवः सन्ति तथा च ते दक्षिणतः लिख्यन्ते, यद्यपि छौरैयं, विक्षारं, लौहः, ताम्रं च धातवः सन्ति तथापि वामतः लिख्यन्ते।

- बहुपरमाणुकैः आयनैः निर्मिते यौगिके आयनं प्रथमकोष्ठके स्थापनीयम्। तदनन्तरम् अनुपातानां दर्शिका संख्या लेखनीया। यदि बहुपरमाणुकस्य आयनस्य संख्या 1 अस्ति तर्हि कोष्ठकस्य आवश्यकता न भवति। यथा NaOH इति।

3.4.1 सरलयौगिकानां सूत्रम्

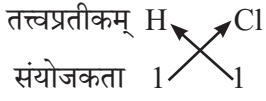
द्वाभ्यां भिन्नभिन्नतत्त्वाभ्यां निर्मितं सरलतमं यौगिकं द्वि-अङ्गि यौगिकं कथ्यते। सारण्यां 3.6 मध्ये केषाञ्चन आयनानां संयोजकताः प्रदत्ताः सन्ति। भवन्तः एतेषाम् उपयोगं यौगिकानां सूत्राणां लेखनार्थं कर्तुं शक्नुवन्ति।

आण्विकयौगिकानां रासायनिकसूत्राणां लेखनसमये अस्माभिः प्रारम्भे संघटकतत्त्वानां प्रतीकं लिखित्वा तेषां संयोजकता लिख्यते यथा अधोलिखितेषु उदाहरणेषु दर्शितम् अस्ति। तदनन्तरं संयोजितपरमाणूनां संयोजकताम् अतिक्रम्य

अणुसूत्रं लिख्यते।

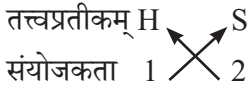
उदाहरणानि

1. उदजननीरेयस्य सूत्रम्



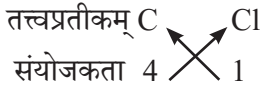
अतः उदजननीरेयस्य रासायनिकं सूत्रं HCl अस्ति।

2. उदजनशुल्बेयस्य सूत्रम्



अतः उदजनशुल्बेयस्य रासायनिकं सूत्रं H₂S अस्ति।

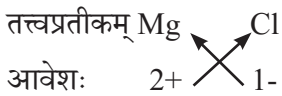
3. कौकिलीय-टेट्रा-नीरेयस्य सूत्रम्



अतः प्राङ्गारीय-टेट्रा-नीरेयस्य रासायनिकं सूत्रं CCl₄ अस्ति।

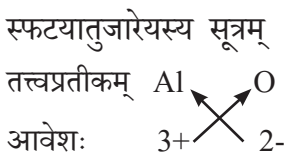
भ्राजातुनीरेयस्य सूत्रं ज्ञातुं पूर्वम् वयं धनायनस्य सङ्केतं (Mg²⁺) लिखामः तदनन्तरम् ऋणायननीरेयस्य (Cl⁻) सङ्केतं लिखामः। तदनन्तरम् एतेषाम् आवेशान् criss-cross कृत्वा सूत्रं प्राप्नुमः।

4. भ्राजातुनीरेयस्य सूत्रम्

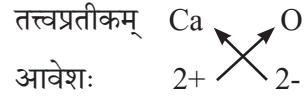


अतः सूत्रम् – MgCl₂

एवं प्रकारेण वयं पश्यामः यत् भ्राजातुनीरेयस्य अणौ नीरेय-आयनद्वयं (Cl⁻) प्रत्येकं भ्राजातु-आयनस्य (Mg²⁺) कृते भवति। एतादृशेषु आयनिकयौगिकेषु धनात्मकस्य तथा च ऋणात्मकस्य आवेशस्य संतुलनं भवेत् तथा च सम्पूर्णा अपि रचना उदासीना भवेत्। अत्र ध्यातव्यः विषयः अस्ति यत् एतादृशेषु सूत्रेषु आयनानाम् आदेशाः नैव दर्शिताः भवन्ति।



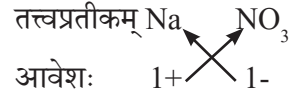
6. छौरैयजारेयस्य सूत्रम्



अत्र द्वयोः तत्त्वयोः संयोजकताः समानाः सन्ति। अतः एतस्य सूत्रं Ca₂O₂ प्राप्तं भविष्यति। किन्तु वयम् एतत् सूत्रं CaO रूपेण सरलीकुर्मः।

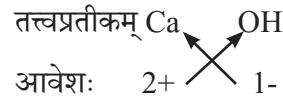
बहुपरमाणुक-आयनवतां यौगिकम्

7. विक्षारभूयीयस्य सूत्रम्



अतः सूत्रं NaNO₃

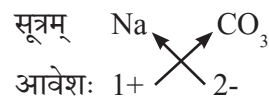
8. छौरैय-उदजारेयस्य सूत्रम्



अतः सूत्रं Ca(OH)₂

ध्यातव्यः विषयः एषः अस्ति यत् छौरैय-उदजारेयस्य सूत्रं Ca(OH)₂ अस्ति न तु CaOH₂ इति। यदा सूत्रे एकस्य आयनस्य द्वयम् अथवा बहूनि आयनानि भवन्ति तदा तेषां कृते कोष्ठकस्य उपयोगः क्रियते। अत्र OH कोष्ठके स्थापयित्वा पादाङ्कद्वयं योजितं यत् निर्दिष्टं करोति यत् एकछौरैयपरमाणुना सह हाइड्रोक्सीलगणद्वयं युक्तं भवति। अन्यशब्देन छौरैय-उदजारेये प्राणवायुः तथा च उदजनम् एकैकस्य परमाणुद्वयं भवति।

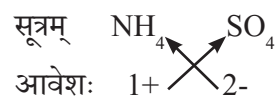
9. विक्षारप्राङ्गारीयस्य सूत्रम्



अतः सूत्रं Na₂CO₃

उपर्युक्ते उदाहरणे कोष्ठकस्य उपयोगस्य आवश्यकता नास्ति यतोहि बहुपरमाणुकम् आयनं प्राङ्गारीयस्य एकम् एव आयनं विद्यमानम् अस्ति।

10. अञ्जनशुल्बीयस्य सूत्रम्



अतः सूत्रं (NH₄)₂SO₄

प्रश्नः

- अधोलिखितानां सूत्राणि लिखन्तु
 - विक्षारजारेयम्
 - स्फटयातुनीरेयम्
 - विक्षारशुल्बेयम्
 - भ्राजातु-उदजारेयम्
- अधोलिखितानां सूत्राणां माध्यमेन प्रदर्शितानां यौगिकानां नामानि लिखन्तु
 - $Al_2(SO_4)_3$
 - $CaCl_2$
 - K_2SO_4
 - KNO_3
 - $CaCO_3$
- रासायनिकसूत्राणां तात्पर्यं किम् अस्ति?
- अधोलिखितेषु कति परमाणवः विद्यमानाः सन्ति?
 - H_2S अणुः एवं च
 - PO_4^{3-} आयनम्।

3.5 आण्विकद्रव्यमानं तथा च मोलसंकल्पना

3.5.1 आण्विकद्रव्यमानम्

3.2.2 अनुभागे वयं परमाणुद्रव्यमानस्य अवधारणानां विवेचनां कृतवन्तः स्मः। एतस्याः अवधारणायाः विस्तारः आण्विकद्रव्यमानानां परिकलनं कर्तुं क्रियते। कस्यचित् पदार्थस्य आण्विकद्रव्यमानं तस्य सर्वेषां संघटकपरमाणूनां द्रव्यमानस्य योगः भवति। एवं प्रकारेण एतत् अणोः तादृशं सापेक्षं द्रव्यमानम् अस्ति यत् परमाणुद्रव्यमानघटकद्वारा व्यक्तं क्रियते।

उदाहरणम् 3.1 (क) जलस्य (H_2O) सापेक्षस्य

आण्विकद्रव्यमानस्य परिकलनं कुर्वन्तु।

(ख) नाइट्रिक अम्लस्य (HNO_3) आण्विकद्रव्यमानस्य परिकलनं कुर्वन्तु।

समाधानम्

(a) उदजनस्य परमाणुद्रव्यमानं = 1 u तथा च प्राणवायोः

परमाणुद्रव्यमानं = 16 u अस्ति। यस्मिन् परमाणुद्वयम् उदजनस्य तथा च एकः परमाणुः प्राणवायोः भवति अतः जलस्य आण्विकद्रव्यमानं = $2 \times 1 + 1 \times 16 = 18$ u भविष्यति।

(b) नाइट्रिक अम्लस्य (HNO_3) आण्विकद्रव्यमानं = H इत्यस्य परमाणुद्रव्यमानं + N इत्यस्य परमाणुद्रव्यमानं + $3 \times O$ इत्यस्य परमाणुद्रव्यमानम्, उदजनस्य परमाणुद्रव्यमानं = 1 u प्राणवायोः परमाणुद्रव्यमानं = 16 u तथा च भूयातेः परमाणुद्रव्यमानं = 14 u भवति। अतः HNO_3 इत्यस्य आण्विकद्रव्यमानं = $1 u + 14 u + 3 \times 16 u = 63$ u अस्ति।

3.5.2 सूत्रघटकं द्रव्यमानम्

कस्यचित् पदार्थस्य सूत्रं घटकं द्रव्यमानं च तस्य सर्वेषां संघटकपरमाणूनां परमाणुद्रव्यमानानां योगः भवति। सूत्राणि तथैव द्रव्यमानस्य परिकलनं कुर्वन्ति यथा वयम् आण्विकद्रव्यमानस्य परिकलनं कृतवन्तः स्मः। भेदः केवलं तावान् एव यत् अत्र वयं तस्य पदार्थस्य कृते सूत्रघटकस्य प्रयोगं कुर्मः यस्य संघटकम् आयनं भवति। यथा – विक्षारनीरेयं (घटकसूत्रं $NaCl$)। एतस्य घटकसूत्रं द्रव्यमानस्य परिकलनम् एवं रीत्या क्रियते।

$$1 \times 23 u + 1 \times 35.5 u = 58.5 u \text{ इति।}$$

उदाहरणम् 3.2 $CaCl_2$ इत्यस्य सूत्रस्य घटकद्रव्यमानस्य परिकलनं कुर्वन्तु।

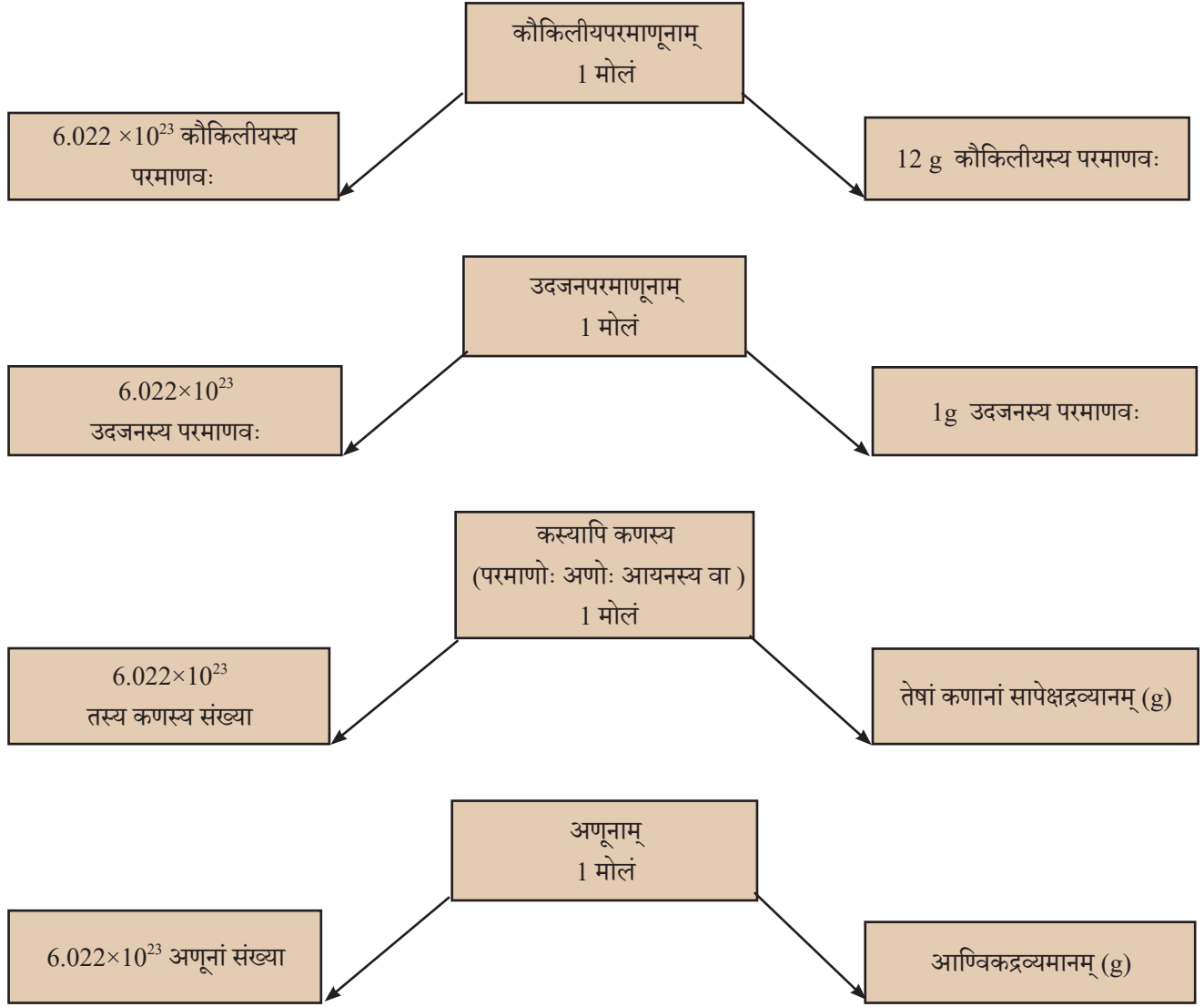
समाधानम्

छौरैयनीरेयस्य सूत्रघटकं द्रव्यमानं $CaCl_2$ अस्ति।

छौरैयस्य (Ca) परमाणुद्रव्यमानं = 40 u जारेयस्य (Cl)

परमाणुद्रव्यमानं = 35.5u

तः $CaCl_2$ इत्यस्य सूत्रघटकद्रव्यमानं = $1 \times 40 u + 2 \times 35.5 u = 40 u + 71 u = 111 u$ इति।



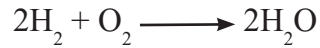
चित्रम् 3.5 मोलं , आवोगाद्रो संख्या तथा च द्रव्यमानस्य परस्परं सम्बन्धः

प्रश्नः

1. अधोलिखितयौगिकानां परिकलनं कुर्वन्तु।
 H_2 , O_2 , Cl_2 , CO_2 , CH_4 , C_2H_6 , C_2H_4 ,
 NH_3 तथा च CH_3OH
2. अधोलिखितयौगिकानां सूत्रघटकद्रव्यमानस्य
परिकलनं कुर्वन्तु।
 ZnO , Na_2O तथा च K_2CO_3 प्रदत्तम्
अस्ति।
 Zn परमाणुद्रव्यमानं = 65 u
 Na परमाणुद्रव्यमानं = 23 u
 K परमाणुद्रव्यमानं = 39 u
 C परमाणुद्रव्यमानं = 12 u तथा च
 O परमाणुद्रव्यमानं = 16 u अस्ति।

3.5.3 मोलसंकल्पना

अत्र वयम् उदजनस्य प्राणवायोः च कस्याश्चित् अभिक्रियायाः
उदाहरणं स्वीकुर्मः यत्र जलं निर्मितं भवति।



उपर्युक्तयाम् अभिक्रियायाम् एतत् निर्दिष्टं भवति यत् -

- (क) उदजनस्य अणुद्वयं प्राणवायोः च एकेन अणुना
अभिक्रियां कृत्वा जलस्य अणुद्वयं निर्मितं भवति। अथवा
(ख) उदजनस्य अणोः 4 u प्राणवायोः अणोः 32 u सह
संयोगं कृत्वा 36 u जलस्य अणुः निर्मितः भवति।

उपर्युक्तसमीकरणेन एतं निष्कर्षं निष्कासयितुं शक्नुमः यत्
वयं पदार्थस्य मात्रां तस्य द्रव्यमानेन अथवा तस्य परमाणूनां
संख्यया अभिलक्षयितुं शक्नुमः। किन्तु केनचित् रासायनिक-
अभिक्रियासमीकरणेन अभिक्रियायां भागं स्वीकर्तारः
परमाणवः अथवा अणूनां संख्याः साक्षात् प्राप्ताः भवन्ति। अतः

पदार्थस्य मात्राणां ज्ञानं, तेषां द्रव्यमानानाम् आधारस्य अपेक्षया तेषाम् अणूनाम् अथवा परमाणूनां संख्यायाः आधारेण अधिकसरलरूपेण प्राप्तं भवति। अतः एकं नूतनं घटकं मोलं प्रस्तावितं कृतम् अस्ति। कस्याश्चित् जातेः (परमाणोः अणोः आयनस्य कणस्य वा) एकस्मिन् मोले मात्राणां सा संख्या या भारे तस्य परमाणोः अथवा आण्विकद्रव्यमानस्य समाना भवति।

कस्यचित् पदार्थस्य एकस्मिन् मोले कणानां (परमाणूनाम् अणूनाम् अथवा आयनस्य) संख्या निश्चिता भवति यस्याः मानं 6.022×10^{23} भवति। एतत् आवोगाद्रो स्थिराङ्कः अथवा आवोगाद्रो संख्या कथ्यते यत् च N₀ द्वारा निरूप्यते। एतत् नाम इतालवीवैज्ञानिकस्य ऐमीडीओ आवोगाद्रो (Amedeo Avogadro) इत्यस्य सम्माने स्थापितम् अस्ति।

1 मोल (कस्यचित् पदार्थस्य) = 6.022×10^{23} संख्यायां,

यथा – 1 द्वादशकम् = 12

1 ग्रुस = 144

यद्यपि मोलं कयाचित् संख्यया सम्बन्धितम् अस्ति, किन्तु द्वादशकस्य अथवा ग्रुसतुलनायाम् एतस्य इतोऽपि लाभः अस्ति यत् कस्यचित् विशिष्टपदार्थस्य एकस्मिन् मोले द्रव्यमानं निश्चितं भवति।

कस्यचित् पदार्थस्य एकस्य मोलस्य द्रव्यमानं तस्य सापेक्षपरमाणोः तथा च अणुद्रव्यमानस्य (भारे) समानं भवति। कस्यचित् तत्त्वस्य परमाणुद्रव्यमानं, तस्य तत्त्वस्य द्रव्यमानं परमाणुद्रव्यमानघटके प्रददाति। कस्यचित् तत्त्वस्य परमाणूनाम् एकस्य मोलस्य द्रव्यमानं यत् मोलरद्रव्यमानं कथ्यते अस्माभिः तत् एव संख्यात्मकं मानं स्वीकरणीयं भविष्यति किन्तु घटकं u तः g प्रति परिवर्तनीयं भविष्यति। परमाणूनां मोलरद्रव्यमानं ग्रामपरमाणुद्रव्यमानम् अपि कथ्यते। यथा - उदजनस्य परमाणुद्रव्यमानं = 1 u भवति। अतः उदजनस्य ग्रामपरमाणुद्रव्यमानं = 1 g भविष्यति।

1 u उदजने केवलं 1 उदजनपरमाणुः भवति तथा च 1 g उदजने तस्य 1 मोलपरमाणुः भवति। अर्थात् तस्मिन् 6.022×10^{23} उदजनपरमाणवः भविष्यन्ति।

एवम् एव, 16 u प्राणवायौ केवलं 1 प्राणवायुपरमाणुः भवति। अतः 16 g प्राणवायौ तस्य 1 मोलपरमाणुः भविष्यति। अर्थात् तस्मिन् 6.022×10^{23} प्राणवायुपरमाणवः भविष्यन्ति।

कस्यचित् अणोः ग्राम-अणुद्रव्यमानम् अथवा मोलरद्रव्यमानं प्राप्तुं वयं तस्य संख्यात्मकमानं यत् तस्य अणुद्रव्यमानस्य समानं भवति, तत् उपर्युक्तम् इव स्थापयामः। किन्तु अस्माभिः घटकं u तः g प्रति परिवर्तनीयं भविष्यति।

उदाहरणार्थम् – यथा वयं पूर्वम् एव जलस्य (H₂O) अणुद्रव्यमानस्य परिकलनं कृतवन्तः स्मः। यस्य मानं 18 u भवति। इतः अस्माभिः ज्ञायते यत् 18 u जले जलस्य केवलम् एकः अणुः भवति। 18 g जले जलस्य 1 मोल-अणवः भवन्ति। अर्थात् तस्मिन् 6.022×10^{23} जलस्य अणवः भवन्ति। रसायनज्ञानां कृते अभिक्रियां सम्पन्नं कारयितुं परमाणूनां तथा च अणूनां संख्यायाः आवश्यकता भवति, एतस्य कृते तैः द्रव्यमानं ग्रामेषु संख्याभिः सह सम्बन्धितं करणीयं भवति। एतत् अधोलिखितप्रकारेण कुर्वन्ति।

1 मोलम् = 6.022×10^{23} = ग्रामसापेक्षद्रव्यमानम्।

अतः रसायनज्ञानां परिकलनस्य घटकं मोल अभवत्।

1896 शताब्दे विल्हेल्म ओस्टवाल्डः मोलशब्दं प्रस्तावितवान् आसीत्। यः कस्माच्चित् लैटिनमोल्स तः व्युत्पन्नः भवति यस्य अर्थः भवति पुञ्जः। कश्चित् पदार्थः परमाणूनाम् अथवा अणूनां पुञ्जरूपेण विचारयितुं शक्यते। 1967 शताब्दे मोलघटकं स्वीकृतम् अभवत्, यः परमाणूनां तथा च अणूनां विशालसंख्यां निरूपयितुं सरलतमः उपायः अस्ति।

उदाहरणम् 3.3

1. अधोलिखितेषु मोलसंख्यायाः परिकलनं कुर्वन्तु।

(i) 52 g यानातिः (द्रव्यमानतः मोल प्राप्नुवन्तु)

(ii) 12.044×10^{23} यानातिपरमाणूनां संख्या

(कणानां संख्यातः मोलं प्राप्नुवन्तु)

समाधानम्

मोलसंख्या	=	n
प्रदत्तं द्रव्यमानं	=	m
मोलरद्रव्यमानं	=	M
प्रदत्तकणानां संख्या	=	N
कणानाम् आवोगाद्रो संख्या	=	N ₀
(i) He	परमाणु-	
द्रव्यमानं	=	4 u
He	मोलर	

$$\text{द्रव्यमानं} = 4 \text{ g}$$

अतः मोलसंख्या

$$= \frac{(\text{प्रदत्तं द्रव्यमानम्})}{\text{मोलरद्रव्यमानम्}}$$

$$\Rightarrow n = \frac{m}{M} = \frac{52}{4} = 13$$

(ii) वयं जानीमः यत्

$$1 \text{ मोल} = 6.022 \times 10^{23} \text{ मोलानां संख्या}$$

$$= \frac{(\text{प्रदत्तानां कणानां संख्या})}{\text{आवोगाद्रो संख्या}}$$

$$\Rightarrow n = \frac{N}{N_0} \quad N = \frac{12.044 \times 10^{23}}{6.022 \times 10^{23}} = 2$$

उदाहरणम् 3.4

1. अधोलिखितद्रव्यमानानां परिकलनं कुर्वन्तु
 - (i) 0.5 मोल N_2 वातः (अणोः मोलात् द्रव्यमानम्)
 - (ii) 0.5 मोल N परमाणुः (परमाणोः मोलात् द्रव्यमानम्)
 - (iii) 3.011×10^{23} N परमाणूनां संख्या (संख्यातः द्रव्यमानम्)
 - (iv) 6.022×10^{23} N_2 अणूनां संख्या (संख्यातः द्रव्यमानम्)

समाधानम्

- (i) द्रव्यमानं = मोलर द्रव्यमानं $\times$ मोलानां संख्या

$$\Rightarrow m = M \times n = 28 \times 0.5 = 14 \text{ g}$$
- (ii) द्रव्यमानं = मोलर द्रव्यमानं $\times$ मोलानां संख्या

$$\Rightarrow m = M \times n = 14 \times 0.5 = 7 \text{ g}$$
- (iii) मोलानां संख्या n

$$= \frac{(\text{प्रदत्तानां कणानां संख्या})}{\text{आवोगाद्रो संख्या}} = \frac{N}{N_0}$$

$$= \frac{3.011 \times 10^{23}}{6.022 \times 10^{23}}$$

$$\Rightarrow m = M \times n = 14 \times \frac{3.011 \times 10^{23}}{6.022 \times 10^{23}}$$

$$= 14 \times 0.5 = 7 \text{ g}$$
- (iv) $n = \frac{N}{N_0}$

$$\Rightarrow m = M \times \frac{N}{N_0} = 28 \times \frac{6.022 \times 10^{23}}{6.022 \times 10^{23}}$$

$$= 28 \times 1 = 28 \text{ g}$$

उदाहरणम् 3.5 - अधोलिखितेषु सर्वेषु अपि कणानां संख्यायाः परिकलनं कुर्वन्तु।

- (i) 46g विक्षारपरमाणुः (परमाणुतः संख्या)
- (ii) 8g प्रणवायुः - अणुः (द्रव्यमानात् अणुनां संख्या)
- (iii) 0.1 मोलकौकिलीयपरमाणुः (प्रदत्तात् मोलात् संख्या)

समाधानम्

(i) परमाणूनां संख्या

$$= \frac{(\text{प्रदत्तं द्रव्यमानम्})}{\text{मोलरद्रव्यमानम्}} \times \text{आवोगाद्रो संख्या}$$

$$\Rightarrow N = \frac{m}{M} \times N_0$$

$$\Rightarrow N = \frac{46}{23} \times 6.022 \times 10^{23}$$

$$\Rightarrow N = 12.044 \times 10^{23}$$

(ii) अणूनां संख्या

$$= \frac{(\text{प्रदत्तं द्रव्यमानम्})}{\text{मोलरद्रव्यमानम्}} \times \text{आवोगाद्रो संख्या}$$

$$\Rightarrow N = \frac{m}{M} \times N_0$$

प्राणवायोः परमाणुद्रव्यमानं = 16 u

$\therefore$ प्राणवायोः अणूनां मोलरद्रव्यमानं

$$= 16 \times 2 = 32 \text{ g}$$

$$\Rightarrow N = \frac{8}{32} \times 6.022 \times 10^{23}$$

$$\Rightarrow N = 1.5055 \times 10^{23}$$

$$= 1.51 \times 10^{23}$$

(iii) कणानां (परमाणूनां) संख्या = कणानां मोलानां संख्या $\times$ आवोगाद्रो संख्या

$$N = n \times N_0 = 0.1 \times 6.022 \times 10^{23}$$

$$= 6.022 \times 10^{22}$$

प्रश्नः

1. यदि कौकिलीयपरमाणूनां एकस्य मोलस्य द्रव्यमानं 13 g अस्ति तर्हि कौकिलीयस्य एकपरमाणोः द्रव्यमानं किं भविष्यति?
2. कस्मिन् अधिकाः परमाणवः भविष्यन्ति 100 g विक्षारे अथवा 100 g लौहे (Fe)? (Na परमाणुद्रव्यमानं = 23 u, Fe परमाणुद्रव्यमानं = 56 u)



भवन्तः

किम्

अवगन्तवन्तः

- कस्याञ्चित् अपि अभिक्रियायाम्, अभिकारकाणां तथा च उत्पादानां द्रव्यमानस्य योगः अपरिवर्तनीयः भवति। एषः द्रव्यमानसंरक्षणस्य सामान्यः नियमः कथ्यते।
- कस्मिंश्चित् शुद्धे रासायनिकयौगिके तत्त्वं सर्वदा द्रव्यमानानां निश्चिते अनुपाते विद्यमानं भवति, एषः निश्चितस्य अनुपातस्य नियमः कथ्यते।
- तत्त्वस्य सूक्ष्मतमः कणः परमाणुः भवति, यः स्वतन्त्ररूपेण स्थातुं शक्नोति तथा च तस्य सर्वान् रासायनिकगुणधर्मान् प्रदर्शयति।
- अणुः कस्यचित् तत्त्वस्य अथवा यौगिकस्य तादृशः सूक्ष्मतमः कणः भवति यः सामान्यस्थितिषु स्वतन्त्रः स्थातुं शक्नोति। एषः पदार्थस्य सर्वान् गुणधर्मान् प्रदर्शयति।
- कस्यचित् यौगिकस्य रासायनिकसूत्रं तस्य सर्वेषां संघटकतत्त्वानां तथा च संयोगकारकाणां सर्वेषां तत्त्वानां परमाणूनां संख्यां दर्शयति।
- परमाणूनां सः पुञ्जः यः आयनम् इव व्यवहारं करोति, तत् परमाणुकम् आयनं कथ्यते। तस्य उपरि कश्चित् निश्चितः आवेशः भवति।
- आण्विकयौगिकानां रासायनिकसूत्रं प्रत्येकं तत्त्वस्य संयोजकताद्वारा निर्धारितं भवति।
- आयनिकयौगिकेषु प्रत्येकम् आयनस्य उपरि आवेशानां संख्याद्वारा यौगिकस्य रासायनिकसूत्रं ज्ञातं भवति।
- वैज्ञानिकाः भिन्नभिन्नतत्त्वानां परमाणूनां द्रव्यमानस्य तुलनां कर्तुं सापेक्षपरमाणुद्रव्यमानमापिकायाः उपयोगं कुर्वन्ति। कौकिलीयं – 12 रासायनिकस्य (समस्थानिकस्य) परमाणोः सापेक्षद्रव्यमानं 12 निर्दिष्टम् क्रियते। अन्येषां सर्वेषां तत्त्वानां परमाणूनां सापेक्षद्रव्यमानकौकिलीयं 12 परमाणूनां द्रव्यमानेन सह तुलनां कृत्वा प्राप्यते।
- 6.022×10^{23} आवोगाद्रो स्थिराङ्कः यत् 12 g मध्ये विद्यमानं कौकिलीयं - 12 इत्यस्य परमाणूनां संख्या अस्ति। मोलं पदार्थस्य सा मात्रा अस्ति यत्र कणानां संख्या (परमाणुः, आयनम्, अणुः, अथवा सूत्रघटकम् इत्यादि) कौकिलीयं - 12 इत्यस्य साक्षात् 12 g मध्ये विद्यमानैः परमाणुभिः सह समाना भवति। यस्मिन् कणानां संख्या (परमाणुः, आयनम्, अणुः, सूत्रघटकम् इत्यादि) कौकिलीयं - 12 इत्यस्य साक्षात् 12 g मध्ये विद्यमानपरमाणूनां समानं भवति।
- पदार्थस्य एकमोल-अणूनां द्रव्यमानं तस्य मोलद्रव्यमानं कथ्यते।

अभ्यासः



1. 0.24 g प्राणवायौ तथा च टांकण युक्तस्य यौगिकस्य प्रतिदर्शे विश्लेषणद्वारा एतत् प्राप्तं यत् तस्मिन् 0.096 g बोरॉन तथा च 0.144 g प्राणवायवः सन्ति। तस्य यौगिकस्य प्रतिशतसंघटनस्य भारत्मकरूपेण परिकलनं कुर्वन्तु।
2. 3.0 g कौकिलीयं 8.00 g प्राणवायौ ज्वलित्वा 11.00 g अङ्गाराम्लवायुं निर्माति। यदा 3.00 g कौकिलीयं 50.00 g प्राणवायौ ज्वाल्यते तदा कति ग्रा. अङ्गाराम्लवायोः निर्माणं भविष्यति? भवताम् उत्तरं रासायनिकसंयोजनस्य कस्मिन् नियमे आधारितं भविष्यति?
3. बहुपरमाणुकानि आयनानि कानि भवन्ति? उदाहरणं ददतु।
4. अधोलिखितानां रासायनिकसूत्रं लिखन्तु।
 - (क) भ्राजातुनीरेयम्
 - (ख) छौरेयनीरेयम्
 - (ग) ताम्रभूयीयम्
 - (घ) स्फटयातुनीरेयम्
 - (च) छौरेयप्राङ्गारीयम्
5. अधोलिखितेषु यौगिकेषु विद्यमानतत्त्वानां नाम ददतु।
 - (क) शान्ता छुरा
 - (ख) उदजनपिष्टोक्तिः
 - (ग) पाकचूर्णम्
 - (घ) दहातुशुल्बीयम्
6. अधोलिखितपदार्थानां मोलद्रव्यमानस्य परिकलनं कुर्वन्तु।
 - (क) एथाइन, C_2H_2
 - (ख) गन्धक-अणुः S_8
 - (ग) भास्वर-अणुः, P_4 (भास्वरस्य परमाणुद्रव्यमानं = 31)
 - (घ) हाइड्रोक्लोरिक-अम्लम्, HCl
 - (च) नाइट्रिक-अम्लम्, HNO_3
7. अधोलिखितानां द्रव्यमानं किं भविष्यति?
 - (क) 1 मोलभूयातिः -परमाणुः?
 - (ख) 4 मोलस्फटयातु-परमाणुः? (स्फटयातोः परमाणुद्रव्यमानं = 27)?
 - (ग) 10 मोलविक्षारशुल्बेयम् (Na_2SO_3)?
8. मोले परिवर्तनं कुर्वन्तु।
 - (क) 12 g प्राणवायुः
 - (ख) 20 g जलम्
 - (ग) 22 g अङ्गाराम्लवायुः

9. अधोलिखितानां द्रव्यमानं किं भविष्यति?
 (a) 0.2 मोलप्राणवायुपरमाणुः?
 (b) 0.5 मोल जल-अणुः?
10. 16 g सघने गन्धके (S_8) अणूनां संख्यायाः परिकलनं कुर्वन्तु।
11. 0.051 g स्फटयातुजारेये (Al_2O_3) मध्ये स्फटयातु-आयनस्य संख्यायाः परिकलनं कुर्वन्तु।
 (सङ्केतः - कस्यचित् आयनस्य द्रव्यमानं तावत् एव भवति यावत् तस्य तत्त्वस्य परमाणोः द्रव्यमानं भवति। स्फटयातोः परमाणुद्रव्यमानं = 27 u अस्ति।)

गणशः क्रियाकलापः

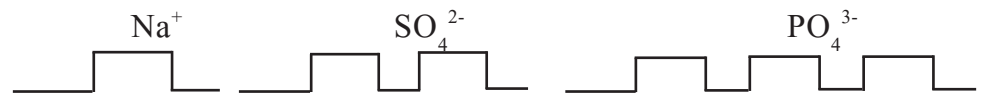


सूत्रं लेखितुं काञ्चित् क्रीडां कुर्वन्तु

उदाहरणम् 1. तत्त्वानां सङ्केतैः तथा च संयोजकताभिः युक्तस्य भिन्नभिन्नभित्तिपत्रं निर्मान्तु। एकैकः विद्यार्थी भित्तिपत्रद्वयं यस्मिन् एकं संकेतयुक्तं भित्तिपत्रं दक्षिणहस्ते तथा च द्वितीयं संयोजकतायुक्तं भित्तिपत्रं वामहस्ते स्वीकरणीयम्। सङ्केतं मनसि स्थापयित्वा विद्यार्थी स्वस्य भित्तिपत्रम् अन्योन्यं (criss-cross) तिर्यक् कृत्वा यौगिकसूत्रं निर्मास्यति।

उदाहरणम् 2. सूत्रं लेखितुं कश्चन सरलः नियमः – औषधानां तं बन्धं स्वीकुर्वन्तु यस्मात् औषधं निष्कासितम् अस्ति। यथा चित्रे प्रदर्शितम् अस्ति, तत्त्वस्य संयोजकतायाः अनुसारं तस्य गणे कर्तनं कुर्वन्तु। इदानीं भवन्तः एकप्रकारकम् आयनम् अन्यप्रकारके आयने योजयित्वा सूत्रं निर्मातुं शक्नुवन्ति।

उदाहरणार्थः



विक्षारशुल्बीयस्य सूत्रनिर्माणाय

2 विक्षार-आयनानाम् एकस्मिन् शुल्बीये योजयन्तु। अतः सूत्रं Na_2SO_4 भविष्यति।
 स्वयम् एव कुर्वन्तु – विक्षारभास्वीयलवणस्य सूत्रं लिखन्तु।

अध्याय:4

परमाणो: संरचना (Structure of the Atom)

तृताये अध्याये वयं पठितवन्तः यत् पदार्थाः परमाणुभिः अणुभिः च मिलित्वा निर्मिताः भवन्ति। विभिन्नप्रकारकाणां पदार्थानाम् अस्तित्वं तेषां परमाणूनां कारणेन भवति यैः ते निर्मिताः भवन्ति। इदानीं प्रश्नः समुदेति यत् (क) कस्यचित् एकस्य तत्त्वस्य परमाणुः अन्यस्य तत्त्वस्य परमाणोः भिन्नः किमर्थं भवति? तथा च (ख) किं परमाणवः वस्तुतः अविभाज्याः भवन्ति? यथा डाल्टनः प्रतिपादितवान् आसीत् अथवा परमाणूनाम् अन्तः लघु-लघु-घटकानि विद्यमानानि भवन्ति? एतस्मिन् अध्याये वयम् एतेषां प्रश्नानां समाधानं प्राप्स्यामः। वयम् अवपरमाणुककणानां तथा च विभिन्नप्रकारकाणां प्रतिकृतीनां विषये पठिष्यामः, यस्मात् ज्ञायते यत् एते कणाः परमाणूनाम् अन्तः कथं व्यवस्थिताः भवन्ति।

नवदशस्य शताब्दस्य अन्ते वैज्ञानिकानां समक्षे प्रधानं प्रत्याह्वानम् आसीत् यत् परमाणूनां संरचनायाः तथा च तस्याः गुणानां विषये ज्ञानप्राप्तिः। परमाणूनां संरचना अनेकप्रयोगाणाम् आधारेण उद्बोधिता अस्ति।

परमाणवः अविभाज्याः न भवन्ति इति सङ्केतात् एकः सङ्केतः स्थिरविद्युतः तथा च विभिन्नपदार्थैः विद्युच्चालनपरिस्थितीनाम् अध्ययनेन लब्धः अस्ति।

4.1 पदार्थेषु आवेशिताः कणाः

पदार्थेषु आवेशितकणानां प्रकृतिं ज्ञातुम्, आगच्छन्तु वयं अधोलिखितक्रियाकलापं कुर्मः।

क्रियाकलापः _____ 4.1

A. शुष्ककेशान् कङ्कतेन समीकुर्वन्तु। किं कङ्कतं कर्गदस्य लघुलघुखण्डानाम् आकर्षणं करोति?

B. काचस्य एकं दण्डं कौशेयवस्त्रे घर्षन्तु तथा च दण्डं वायुना पूर्णस्य वागोलस्य समीपम् आनयन्तु। किं भवति? ध्यानेन पश्यन्तु।

एतेभ्यः क्रियाकलापेभ्यः किं वयम् एतं निष्कर्षं निष्कासयितुं शक्नुमः यत् वस्तुद्वयं परस्परं घर्षामः चेत् तत्र विद्युतः आवेशः आगच्छति? एषः आवेशः कुतः आगच्छति? एतस्य उत्तरं तदा लब्धं यदा एतत् ज्ञातं यत् परमाणुः विभाज्यः अस्ति तथा च आवेशितकणैः विनिर्मितः अस्ति।

परमाणौ उपस्थितानाम् आवेशितकणानां ज्ञानं प्राप्तुं बहूनां वैज्ञानिकानां योगदानम् अस्ति।

नवदशशताब्दपर्यन्तम् एतत् ज्ञातम् आसीत् यत् परमाणुः साधारणः तथा च अविभाज्यः कणः नास्ति अपि तु एतस्मिन् न्यूनातिन्यूनम् एकः अवपरमाणुकः कणः विद्युदणुः विद्यमानः भवति, यस्य अभिज्ञानं जे.जे.टॉमसनः कृतवान्। विद्युदणोः सम्बन्धे अभिज्ञानात् पूर्वं ई गोल्डस्टीनः 1886 तमे वर्षे कस्यचित् नूतनस्य विकिरणस्य अभिज्ञानं कृतवान्, यत् सः “ केनाल रे ” इति नाम दत्तवान्। एषः रश्मिः धनावेशितं विकिरणम् आसीत्, यस्य माध्यमेन अन्ततः अन्य-अवपरमाणुककणानाम् अभिज्ञानं जातम्। एतेषां कणानाम् आवेशः विद्युदणोः आवेशस्य समानं किन्तु विपरीतम् आसीत्। एतस्य द्रव्यमानं विद्युदणूनाम् अपेक्षया प्रायः 2000 गुणितम् अधिकं भवति। तस्य नाम प्राणुः अभवत्। सामान्यतः विद्युदणुः e- द्वारा तथा च प्राणुः p+ द्वारा दर्शितम् अस्ति। विद्युदणोः द्रव्यमानं 1 घटकं तथा च एतस्य आवेशः +1 स्वीक्रियते। विद्युदणोः द्रव्यमानं नगण्यं तथा च आवेशः -1 मन्यते।

एवम् अभिमतं यत् परमाणुः प्राणुना विद्युदणुना च विनिर्मितः अस्ति, यः परस्परम् आवेशं सन्तुलितं करोति। एतत् अपि प्रतीतं यत् प्राणुः परमाणोः अतीव अन्तर्भागे भवति। विद्युदणुः सरलतया निष्कासयितुं शक्यते किन्तु प्राणुः नैवा इदानीं अतीव विशालः प्रश्नः एषः आसीत् यत् एते कणाः परमाणूनां संरचनां कथं कुर्वन्ति? वयम् एतस्य प्रश्नस्य समाधानम् अधः प्राप्स्यामः।

प्रश्नः

1. नलिकाकिरणाः के भवन्ति?
2. यदि कस्मिंश्चित् परमाणौ एकः विद्युदणुः तथा च एकः प्राणुः अस्ति तर्हि अस्मिन् कश्चित् आवेशः भविष्यति अथवा न?

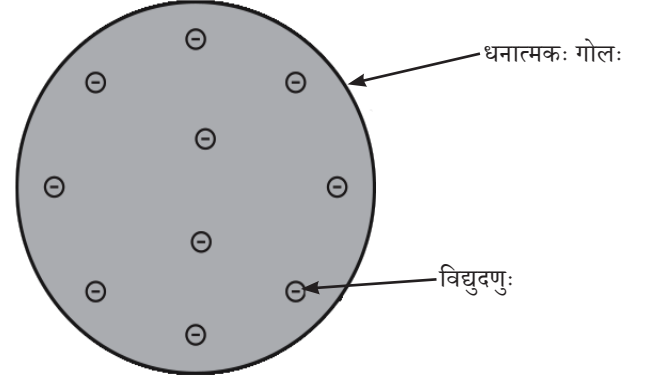
4.2 परमाणोः संरचना

वयं तृतीये अध्याये डाल्टनस्य सिद्धान्तविषये पठितवन्तः, यस्य अनुसारं परमाणुः अविभाज्यः तथा च अविनाशी आसीत्। किन्तु परमाणोः अन्तः द्वयोः मूलकणयोः विद्युदणुप्राणवोः परिज्ञानेन डाल्टनस्य परमाणुसिद्धान्तस्य एषा धारणा विफला अभवत्। इदानीम् एतत् ज्ञातव्यम् आसीत् यत् विद्युदणुः प्राणुः च परमाणोः अन्तः कथं व्यवस्थितः अस्ति? एतत् ज्ञापयितुं बहवः वैज्ञानिकाः भिन्नभिन्नप्रकारेण प्रतिकृतिं प्रस्तुतवन्तः। जे.जे. टॉमसनः प्रथमः वैज्ञानिकः आसीत् यः परमाणुसंरचनासम्बद्धां प्रतिकृतिं प्रस्तुतवान्।

4.2.1 टॉमसनस्य परमाणुप्रतिकृतिः

टॉमसनः परमाणूनां संरचनासम्बद्धां काञ्चन प्रतिकृतिं प्रस्तुतवान् यत् मधुरपिष्टके संलग्नं शुष्कफलम् इव आसीत्। एतस्य अनुसारं परमाणुः कश्चन धनावेशितः गोलः आसीत् यस्मिन् विद्युदणुः क्रिसमसमधुरपिष्टके संलग्नं शुष्कफलम् इव आसीत्। कालिङ्गस्य अपि उदाहरणं स्वीकर्तुं शक्यते यस्य अनुसारं परमाणौ धनावेशः कालिङ्गस्य भुज्यमानः रक्तखण्डः इव अवकीर्णः अस्ति, यद्यपि विद्युदणुः

धनावेशिते गोले कालिङ्गस्य बीजम् इव अवसन्नम् अस्ति।(चित्रे 4.1)



चित्रम् 4.1 टॉमसनस्य परमाणुप्रतिकृतिः

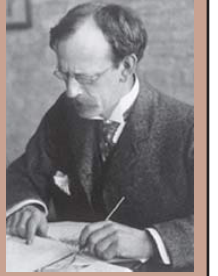
ऑग्लीयः भौतिकशास्त्री जे.जे.

टॉमसनः (1856-1940) जन्म

18/12/1856 तमे वर्षे मैनचेस्टरस्य

कीचम-हिलक्षेत्रे जन्म प्राप्तवान्।

विद्युदणुः परिज्ञानकारणेन 1906 तमे वर्षे



सः भौतिकशास्त्रे नोबेलपुरस्कारं प्राप्तवान्। 35 वर्षपर्यन्तं कैम्ब्रिज् केम्ब्रिज्श्रययोगशालायाः निदेशकः आसीत् तथा च तस्य शोधेन सह सप्त सहयोगिनः अग्रे गत्वा नोबेलपुरस्कारं प्राप्तवन्तः।

टॉमसनः प्रस्तावितवान् यत्

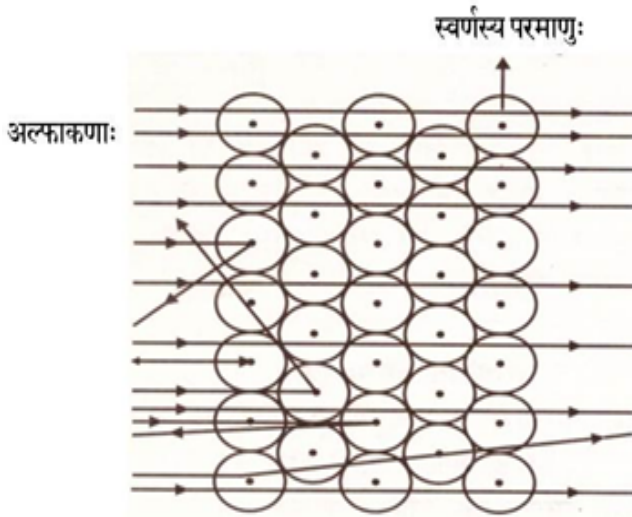
- (i) परमाणुः धनावेशितगोलेन निर्मितः भवति तथा च विद्युदणुः अत्र अवसन्नः भवति।
- (ii) ऋणात्मकः भावात्मकः च आवेशः परिमाणे समानः भवति अतः परमाणुः वैद्युतीयरूपेण उदासीनः भवति।

यद्यपि टॉमसनस्य प्रतिकृतिद्वारा परमाणोः उदासीनतायाः व्याख्या अभवत् किन्तु अन्यवैज्ञानिकैः कृतानां प्रयोगाणां परिणामः एतया प्रतिकृत्या बोधयितुं न शक्यते, यथा वयम् अग्रे द्रक्ष्यामः।

4.2.2 रदरफोर्डस्य परमाणुप्रतिकृतिः

अरनेस्टरदरफोर्डः एतत् ज्ञातुम् इच्छुकः आसीत् यत् विद्युदणुः परमाणोः अन्तः कथं व्यवस्थितः अस्ति? सः कञ्चन प्रयोगं कृतवान्। एतस्मिन् प्रयोगे तीव्रगत्या चलतः अल्फा कणान् स्वर्णस्य कृशे पर्णे अपधट्टितवान्।

- एषः स्वर्णस्य पर्णं तदर्थं चितवान् यतोहि सः अतीव कृशं स्तरम् इच्छति स्म। स्वर्णस्य एतत् पर्णं 1000 परमाणूनां समानं स्थूलम् आसीत्।
- अल्फाकणाः द्वि-आवेशितयानातिकणाः भवन्ति अतः एते धनावेशिताः भवन्ति। यतः एतेषां द्रव्यमानं $4u$ भवति अतः तीव्रगत्या चलत्सु एतेषु अल्फाकणेषु पर्याप्ता ऊर्जा भवति।
- एतत् अनुमानम् आसीत् यत् अल्फाकणाः स्वर्णस्य परमाणुषु विद्यमानैः अवपरमाणुककणैः विक्षेपिताः भविष्यन्ति। यतः अल्फाकणाः प्राणोः बहु अधिकाः भारवन्तः आसन् अतः सः एतेषाम् अधिकविक्षेपणस्य आशां न कृतवान् आसीत्



चित्रं 4.2 स्वर्णस्य पर्णद्वारा अल्फाकणानां प्रकीर्णनम्

किन्तु अल्फाकणप्रकीर्णनप्रयोगः आशायाः पूर्णं विपरीतं परिणामम् अददात् (चित्रे 4.2)। एतस्य अधोलिखिताः परिणामाः लब्धाः –

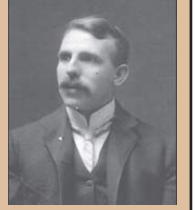
- तीव्रगत्या चलन्तः प्रायः अल्फाकणाः स्वर्णपर्णात् साक्षात् निस्सृताः।

- केचन अल्फाकणाः पर्णद्वारा अतीव लघुकोणात् विक्षेपिताः अभवन्।

- आश्चर्यचकितरूपेण प्रत्येकं 12000 कणेषु एकः कणः पुनः आगतः।

रदरफोर्डस्य अनुसारम् “एषा परिभाषा तथैव अविश्वसनीया आसीत् यथा यदि भवान् एकं 15 प्राङ्गुलेन स्फोटकास्त्रेण स्फोटकम् ऊतकपत्रं प्रति ताडयति तर्हि तत् पुनः आगत्य भवन्तम् एव ताडयति।”

ई. रदरफोर्डस्य (1871-1937) जन्म 30/08/1871 तमे वर्षे स्प्रिंग ग्रोवनामके ग्रामे अभवत्। सः नाभिकीयभौतिक्याः जनकः मन्यते स्म।



रेडियोधर्मितायाः उपरि स्वस्य योगदानं तथा च स्वर्णस्य पर्णेन परमाणोः नाभिकस्य परिज्ञानाय अतीव प्रसिद्धः अभवत्। 1908 तमे वर्षे सः नोबेलपुरस्कारं प्राप्तवान्।

एतस्य प्रयोगस्य निष्कर्षं ज्ञातुं मुक्ते क्रीडाङ्गणे किञ्चन क्रियाकलापं कुर्मः। चिन्तयन्तु कश्चित् बालकः नेत्रे पिधाय भित्तेः पुरतः स्थितः अस्ति। भित्तौ किञ्चित् दूरतः एव एकं पाषाणं क्षेप्तुं सः बालकः सूचनीयः। प्रत्येकं पाषाणस्य भित्त्या अपघट्टनेन सह एव सः कञ्चन ध्वनिं श्रोष्यति। यदि सः एतत् दशवारम् आवर्तयिष्यति तर्हि दशवारं ध्वनिं श्रोष्यति किन्तु यदा नेत्रे पिधाय बालकः कण्टकीयतन्त्र्या मण्डलस्य उपरि पाषाणं क्षिपति तदा प्रायः पाषाणाः तं मण्डलं नैव स्पृशन्ति तथा च कश्चित् अपि ध्वनिः श्रोतुं न लभ्यते। यतोहि मण्डलस्य मध्ये बहु रिक्तं स्थानम् अस्ति, येषां मध्यात् पाषाणाः निस्सरन्ति।

एतस्य एव तर्कस्य अनुसारम्, अल्फाकणप्रकीर्णनप्रयोगस्य आधारेण रदरफोर्डः अधोलिखितां परिभाषां निष्कासितवान्–

- परमाणोः आन्तरिकः अधिकतमः भागः रिक्तः अस्ति यतोहि अधिकतमाः अल्फाकणाः विना अवनमनं स्वर्णपर्णद्वारा अतिक्रामन्ति।

(ii) अतीव न्यूनाः कणाः स्वमार्गात् विक्षेपिताः भवन्ति येन एतत् ज्ञायते यत् परमाणौ धनावेशितः भागः अतीव न्यूनः अस्ति।

(iii) अतीव न्यूनाः अल्फाकणाः 1800 स्थाने विक्षेपिताः जाताः आसन्, येन एषः सङ्केतः लभ्यते यत् स्वर्णस्य परमाणोः पूर्णः धनावेशितः भागः तथा च द्रव्यमानं, परमाणोः अन्तः अतीव न्यूने आयतने सीमितम् अस्ति। प्राप्तस्य दत्तांशस्य आधारेण सः एतं निष्कर्षं निष्काशितवान् यत् नाभिकस्य त्रिज्या परमाणोः त्रिज्यातः 10^5 गुणितं लघुः भवति।

स्वस्य प्रयोगाणाम् आधारेण रदरफोर्डः परमाणोः नाभिकीयप्रतिदर्शं प्रस्तुतवान्, यस्य अधोलिखितानि लक्षणानि आसन्।

- (i) परमाणोः केन्द्रं धनावेशितं भवति यत् नाभिकं कथ्यते। एकस्य परमाणोः प्रायः सम्पूर्णं द्रव्यमानं नाभिके भवति।
- (ii) विद्युदणुः नाभिकं परितः वर्तुलाकारमार्गे भ्रमणं करोति।
- (iii) नाभिकस्य आकारः परमाणोः आकारस्य तुलनायां अतीव न्यूनः भवति।

रदरफोर्डस्य परमाणुप्रतिदर्शस्य न्यूनताः

वर्तुलाकारमार्गे भ्रमणं कुर्वतः विद्युदणुः स्थायित्वं सम्भावितं नास्ति। कश्चित् अपि आवेशितकणः गोलाकारकक्षायां त्वरितः भविष्यति। त्वरणस्य समये आवेशितकणेभ्यः ऊर्जायाः विकिरणं भविष्यति। एवं प्रकारेण स्थायिककक्षायां भ्रमन् विद्युदणुः स्वस्य ऊर्जायाः विकिरणं करिष्यति तथा च नाभिकेन सह अपघटनं करिष्यति। यदि एवम् अभविष्यत् तर्हि परमाणवः अस्थिराः अभविष्यन् यद्यपि वयं जानीमः यत् परमाणवः स्थायिनः भवन्ति।

4.2.3 बोरस्य परमाण्विकः प्रतिदर्शः

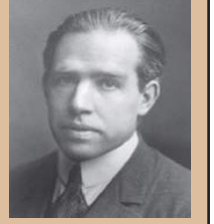
रदरफोर्डस्य प्रतिदर्शस्य उपरि आगतानाम् आपत्तीनां दूरीकरणाय नाल्सबोरः परमाणोः संरचनायाः विषये

अधोलिखिताः अवधारणाः प्रस्तुतवान् –

- (i) विद्युदणुः केवलं काषुचित् निश्चिताषु कक्षाषु एव भ्रमणं कर्तुं शक्नोति, या विद्युदणोः विविक्तकक्षा कथ्यते।
- (ii) यदा विद्युदणुः एतस्यां विविक्तकक्षायां भ्रमणं करोति तदा तस्य ऊर्जायाः विकिरणं न भवति।

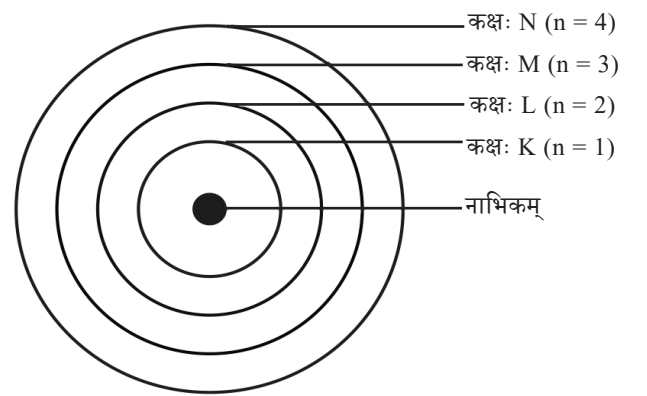
नील्सबोरस्य (1885-1962)

जन्म 7/10/1885 तमे वर्षे कोपेनहेगनग्रामे अभवत्। 1916 तमे वर्षे कोपेनहेगनविश्वविद्यालये सः भौतिकशास्त्रस्य



प्राध्यापकपदे नियुक्तः। 1922 तमे वर्षे सः परमाणोः संरचनायाः उपरि स्वस्य योगदानस्य कृते नोबेलपुरस्कारं प्राप्तवान्। प्राध्यापकस्य बोरस्य विविधलेखानाम् उपरि आधारितानि त्रीणि पुस्तकानि प्रकाशितानि सन्ति – दि थ्योरी ऑफ स्पेक्ट्रा एण्ड एटॉमिक कॉन्स्टीट्यूशन एटॉमिक थ्योरी दि डिस्क्रिप्शन ऑफ नेचर।

एताः कक्षाः (कोशाः) ऊर्जायाः स्तराः कथ्यन्ते। चित्रे 4.3 मध्ये एकस्य परमाणोः ऊर्जायाः स्तरः प्रदर्शितः अस्ति।



चित्रम् 4.3 कस्मिंश्चित् परमाणौ केचन ऊर्जास्तराः

एताः कक्षाः (अथवा कोशाः) K, L, M, N, ... अक्षरमाध्यमेन अथवा 1, 2, 3, 4, संख्यामाध्यमेन दृश्यन्ते।

प्रश्नः

1. परमाणुः उदासीनः अस्ति, एतत् तथ्यं टॉमसनस्य प्रतिदर्शस्य आधारेण स्पष्टं कुर्वन्तु।
2. रदरफोर्डस्य परमाणुप्रतिदर्शस्य अनुसारम्, परमाणोः नाभिके कः अवपरमाणुकः कणः विद्यमानः अस्ति?
3. यत्र तिस्रः कक्षाः सन्ति बोरस्य तं परमाणुप्रतिदर्शं चित्रितं कुर्वन्तु।
4. किम् अल्फाकणानां प्रकीर्णनप्रयोगः स्वर्णं विहाय अन्यस्य धातोः पर्णेन सम्भविष्यति?

4.2.4 कणिकाः

1932 तमे वर्षे जे. चैडविकः इतोऽपि एकस्य अवपरमाणुकस्य कणस्य परिज्ञानं कृतवान्। यः अनावेशितः तथा च द्रव्यमाने प्राणोः समानः आसीत्। अन्ततः एतस्य नाम कणिका अभवत्। उदजनं त्यक्त्वा सर्वे अपि परमाणवः नाभिके भवन्ति। सामान्यतः कणिका n द्वारा दर्श्यते। परमाणोः द्रव्यमानं नाभिके उपस्थितस्य प्राणोः तथा च कणिकायाः द्रव्यमानस्य योगेन प्रकटीक्रियते।

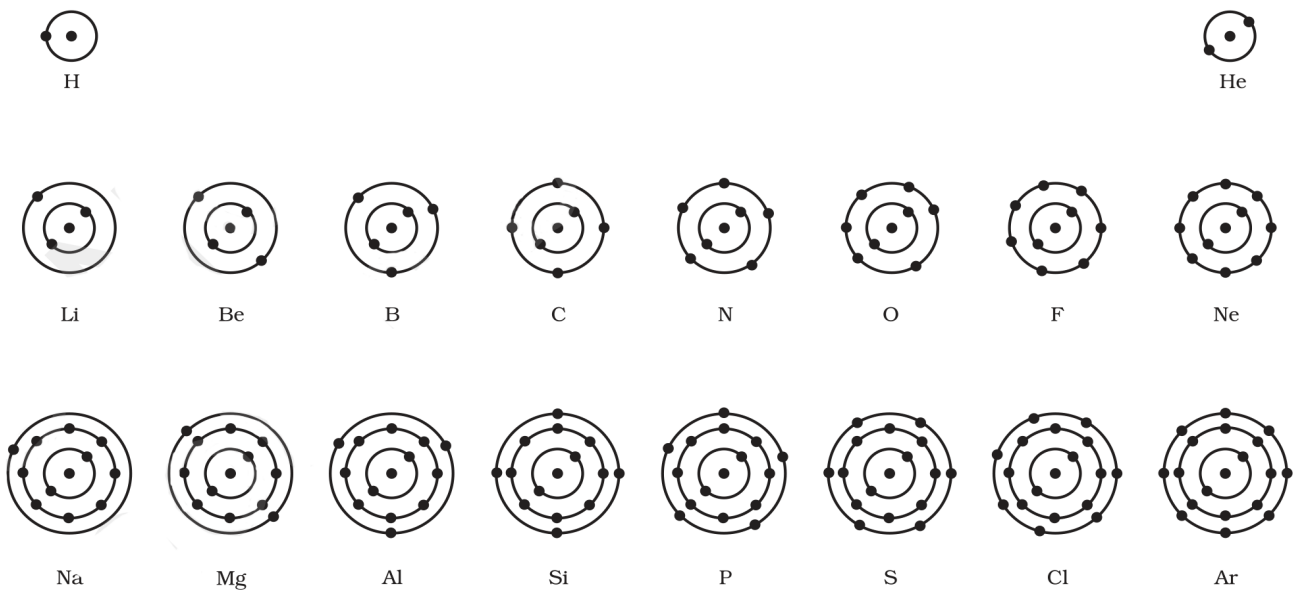
प्रश्नः

1. परमाणोः त्रयाणाम् अवपरमाणुककणानां नामानि लिखन्तु।
2. यानातिपरमाणोः परमाणुद्रव्यमानं $4u$ अस्ति तथा च तस्य नाभिके प्राणुद्वयं भवति। एतस्मिन् कति कणिकाः भविष्यन्ति?

4.3 विभिन्नकक्षासु विद्युदणुः कथं वितीर्णः भवति?

परमाणूनां विभिन्नकक्षासु विद्युदणुः वितरणाय बोरः बरी च कांश्चन नियमान् प्रस्तुतवन्तौ।

- (i) एतेषां नियमानाम् अनुसारं कस्याञ्चित् कक्षायां उपस्थितानाम् अधिकतमविद्युदणूनां संख्या $2n^2$ सूत्रेण दर्श्यते यत्र n कक्षायाः संख्या अथवा स्तरः अस्ति। अतः विद्युदणूनाम् अधिकतमसंख्या प्रथमकक्षायाम् अथवा K कोशे भविष्यति $= 2 \times 1^2 = 2$, द्वितीयकक्षायाम् अथवा L कोशे भविष्यति $= 2 \times 2^2 = 8$, तृतीयकक्षायाम् अथवा M कोशे भविष्यति $= 2 \times 3^2 = 18$, चतुर्थकक्षायाम् अथवा N कोशे भविष्यति $= 2 \times 4^2 = 32$ ।



चित्रम् 4.4 प्रथम-अष्टादशतत्त्वानां परमाण्विकसंरचनायाः व्यवस्थाचित्रम्।

(ii) सर्वबाह्यकोशे विद्युदणूनाम् अधिकतमसंख्या 8 भवितुम् अर्हति।

(iii) कस्यचित् परमाणोः प्रदत्ते कोशे विद्युदणुः तावत् पर्यन्तं स्थानं न स्वीकरोति यावत् पर्यन्तं ततः पूर्वतनकक्षा पूर्णरूपेण पूर्णा न भवति। एतेन स्पष्टं भवति यत् कक्षाः क्रमशः पूर्णाः भवन्ति।

प्रथम-अष्टादशतत्त्वानां परमाणुसंरचनायाः

व्यवस्थाचित्रं 4.4 चित्रे दर्शितम् अस्ति।

क्रियाकलापः _____ 4.2

- स्थायि-परमाण्विकं प्रतिदर्शं निर्मान्तु तथा च प्रथम-अष्टादशतत्त्वानां वैद्युतकं विन्यासं दर्शयन्तु।
- प्रथम-अष्टादशतत्त्वानां परमाणूनां संयोजनं 4.1 सारण्यां दत्तम् अस्ति।

प्रश्नः

1. कौकिलीयस्य तथा च विक्षारस्य परमाणूनां कृते विद्युदणुवितरणं लिखन्तु।
2. यदि कस्यचित् परमाणोः K तथा च L कोशः पूर्णः अस्ति तर्हि तस्मिन् परमाणौ विद्युदणूनां संख्या का भविष्यति?

4.4 संयोजकता

वयं पठितवन्तः यत् परमाणूनां विभिन्नकक्षासु अथवा कोशेषु विद्युदणुः कथं व्यवस्थितः भवति। कस्यचित् परमाणोः सर्वबाह्यकक्षायाम् उपस्थितः विद्युदणुः संयोजकताविद्युदणुः कथ्यते।

बोरबरीयोजनातः वयं जानीमः यत् कस्यचित् परमाणोः बाह्यतमकक्षा अधिकाधिकम् अष्ट विद्युदणून् स्थापयितुं शक्नोति। एतत् दृष्टम् आसीत् यत् येषां तत्त्वानां परमाणूनां बाह्यतमकक्षाः पूर्णरूपेण पूर्णाः भवन्ति ताः

रासायनिकरूपेण सक्रियाः न भवन्ति। अन्यशब्दैः वदामः चेत् तासां संयोजनशक्तिः अथवा संयोजकता शून्या भवति। एतेषु अक्रियतत्त्वेषु यानातिपरमाणोः बाह्यतमकक्षायां विद्युदणुद्वयं भवति तथा च अन्येषु अष्ट भवन्ति। सक्रियतत्त्वानां परमाणूनां संयोजनशक्तिः अर्थात् स्वसमानस्य अथवा अन्यस्य कस्यचित् तत्त्वस्य परमाणुभिः सह मिलित्वा अणुनिर्माणस्य प्रवृत्तिः, स्वीयां बाह्यतमकक्षां पूर्णरूपेण पूरयितुं प्रयासः मन्यते। अष्ट विद्युदणुयुक्ता सर्वबाह्या कक्षा अष्टकं मन्यते। परमाणुः स्वस्य कक्षायाम् अष्टकं प्राप्तुं क्रियां करोति। एतत् परस्परं विद्युदणोः सहभाजनेन, तस्य ग्रहणेन, तस्य त्यागेन च भवति। परमाणोः बाह्यतमकक्षायां विद्युदणोः अष्टकं निर्मातुं यावत्यां संख्यायां विद्युदणूनां सहभाजनम् अथवा स्थानान्तरणं भवति सा एव तस्य तत्त्वस्य संयोजकताशक्तिः अर्थात् संयोजकता भवति यस्य चर्चा वयं गते अध्याये कृतवन्तः। उदाहरणार्थम् उदजनं लघ्वातुः अथवा विक्षारम् एकैकस्य अपि परमाणोः बाह्यतमकक्षायाम् एकैकः विद्युदणुः भवति। अतः एषः एकस्य विद्युदणोः त्यागं कर्तुं शक्नोति। अतः एतस्य संयोजकता एका कथ्यते। किं भवन्तः वक्तुं शक्नुवन्ति यत् भ्राजातोः स्फटयातोः च का संयोजकता अस्ति? एतत् क्रमशः द्वयं तथा च त्रीणि सन्ति यतोहि भ्राजातोः बाह्यतमकक्षायां द्वयं तथा च स्फटयातोः त्रयः विद्युदणवः भवन्ति।

यदि कस्यचित् परमाणोः बाह्यतमकक्षायां विद्युदणूनां संख्या तेषां क्षमतायाः अनुसारं प्रायः पूर्णा अस्ति तर्हि संयोजकता केनचित् अन्यप्रकारेण प्राप्यते। उदाहरणार्थं तरस्विनीपरमाणोः बाह्यतमकक्षायां सप्त विद्युदणवः भवन्ति तथा च एतेषां संयोजकताः सप्त भवितुम् अर्हन्ति किन्तु बाह्यतमकक्षायाम् अष्टकं निर्मातुं तरस्विन्याः कृते सप्तानां विद्युदणूनां त्यागस्य अपेक्षया एकस्य विद्युदणोः प्राप्तिः सरला अस्ति।

**सारणी 4.1 विभिन्ने आवरणे विद्युदणूनां वितरणेन सह प्रथम-अष्टादशतत्त्वानां
परमाणूनां संयोजनम्**

तत्त्वानां नामानि	प्रतीकम्	परमाणूनां संख्या	प्राणूनां संख्या	कणिकानां संख्या	विद्युदणूनां संख्या	विद्युदणूनां वितरणम्				संयोज- कता
उदजनम्	H	1	1	-	1	1	-	-	-	1
यानातिः	He	2	2	2	2	2	-	-	-	0
लघ्वातुः	Li	3	3	4	3	2	1	-	-	1
विडूरम्	Be	4	4	5	4	2	2	-	-	2
टांकणम्	B	5	5	6	5	2	3	-	-	3
कौकिलीयम्	C	6	6	6	6	2	4	-	-	4
भूयातिः	N	7	7	7	7	2	5	-	-	3
प्राणवायुः	O	8	8	8	8	2	6	-	-	2
तरस्विनी	F	9	9	10	9	2	7	-	-	1
शिथिरातिः	Ne	10	10	10	10	2	8	-	-	0
विक्षारम्	Na	11	11	12	11	2	8	1	-	1
भ्राजातुः	Mg	12	12	12	12	2	8	2	-	2
स्फटयातुः	Al	13	13	14	13	2	8	3	-	3
सैकतीयम्	Si	14	14	14	14	2	8	4	-	4
भास्वरः	P	15	15	16	15	2	8	5	-	3.5
गन्धकम्	S	16	16	16	16	2	8	6	-	2
नीरजी	Cl	17	17	18	17	2	8	7	-	1
मन्दातिः	Ar	18	18	22	18	2	8	6	-	0

अतः एतस्य संयोजकता, अष्टकात् सप्त न्यूनीकृत्य प्राप्यते तथा च एतेन प्रकारेण तरस्विन्याः संयोजकता एका अस्ति। प्राणवायोः संयोजकतायाः परिकलनम् अपि एतेन प्रकारेण कर्तुं शक्यते। एतेन परिकलनेन प्राणवायोः संयोजकता कियती भविष्यति?

अतः प्रत्येकं तत्त्वस्य परमाणोः काचित् निश्चिता संयोजनशक्तिः भवति या संयोजकता कथ्यते। प्रथम-

अष्टादशतत्त्वानां संयोजकता सारण्याः 4.1 अन्तिमे स्तम्भे प्रदत्ता अस्ति।

प्रश्नः

1. तरस्विन्याः, गन्धकस्य, भ्राजातोः च परमाणुसंख्यातः भवन्तः एतेषां संयोजकतां कथं प्राप्स्यन्ति?

4.5 परमाणुसंख्या तथा च द्रव्यमानसंख्या

4.5.1 परमाणुसंख्या

वयं जानीमः यत् परमाणोः नाभिके प्राणवः विद्यमानाः भवन्ति। एकस्मिन् परमाणौ उपस्थितप्राणूनां संख्या तस्याः परमाणुसंख्यां सूचयति। एतत् Z द्वारा प्रदर्श्यते। कस्यचित् तत्त्वस्य सर्वेषाम् अणूनां परमाणुसंख्या (Z) समाना भवति। वस्तुतः तत्त्वं तस्य परमाणौ विद्यमानप्राणूनां संख्यायाः परिभाषितुं शक्यते। उदजनस्य कृते $Z = 1$ । एवं प्रकारेण एकस्य परमाणोः नाभिके उपस्थितप्राणूनाम् आहत्य संख्या परमाणुसंख्या कथ्यते।

4.5.2 द्रव्यमानसंख्या

एकस्य परमाणोः अवपरमाणुककणानाम् अध्ययनानन्तरं वयम् एतं निष्कर्षं प्राप्तुं शक्नुमः यत् व्यावहारिकरूपेण परमाणोः द्रव्यमानं तस्मिन् विद्यमानस्य प्राणोः कणिकायाः च द्रव्यमानस्य कारणेन भवति। एतत् परमाणोः नाभिके विद्यमानं भवति अतः एतत् अणुकेन्द्रिकम् अपि कथ्यते। परमाणोः प्रायः सम्पूर्णं द्रव्यमानं 12 u अस्ति यतोहि एतस्मिन् 6 प्राणवः तथा च 6 कणिकाः भवन्ति $6\text{ u} + 6\text{ u} = 12$ । एवम् एव स्फटयातोः द्रव्यमानं 27 u अस्ति (13 प्राणवः + 14 कणिकाः)। एकस्य परमाणोः नाभिके उपस्थितप्राणूनां तथा च कणिकानाम् आहत्य संख्यायाः योगः द्रव्यमानस्य संख्या कथ्यते। कञ्चित् परमाणुं दर्शयितुं परमाणुकसंख्यायाः, द्रव्यमानसंख्यायाः, तत्त्वस्य प्रतीकम् एतेन प्रकारेण लिख्यते।

द्रव्यमानसंख्या

तत्त्वानां
प्रतीकम्

परमाणुसंख्या

उदाहरणार्थम् भूयातिः एवं प्रकारेण लिख्यते $^{14}_7\text{N}$ ।

प्रश्नः

- यदि कस्मिंश्चित् परमाणौ विद्युदणूना संख्या 8 अस्ति तथा च प्राणूनां संख्या अपि 8 अस्ति तर्हि -
(क) परमाणोः परमाणुकसंख्या का अस्ति?
(ख) परमाणोः आवेशः कः अस्ति
- सारण्याः 4.1 साहाय्येन प्राणवायोः तथा च गन्धकपरमाणोः द्रव्यमानसंख्या ज्ञातव्या।

4.6 समस्थानिकम्

प्रकृतौ केषाञ्चन तत्त्वानां परमाणूनां परिचयः कृतः अस्ति येषां परमाणुसंख्या समाना किन्तु द्रव्यमानसंख्या भिन्ना भिन्ना भवति। उदाहरणार्थम् उदजनस्य परमाणुं स्वीकुर्वन्तु। एतस्य तिस्रः उपजातयः भवन्ति – प्रोटियम ^1_1H , ड्यूटेरियम (^2_1H अथवा D), ट्राइटियम (^3_1H अथवा T), प्रत्येकम् अपि परमाणुसंख्या समाना अस्ति किन्तु द्रव्यमानसंख्या क्रमशः 1, 2, 3, अस्ति। एवं प्रकारेण अन्यानि उदाहरणानि सन्ति – (1) कौकिलीयम् $^{12}_6\text{C}$ तथा च $^{14}_6\text{C}$; (2) नीरजी $^{35}_{17}\text{Cl}$ तथा च $^{37}_{17}\text{Cl}$ ।

एतेषाम् उदाहरणानाम् आधारेण समस्थानिकम् एवं प्रकारेण परिभाषितुं शक्यते यथा

“एकस्य एव तत्त्वस्य परमाणुः यस्य परमाणुसंख्या समाना किन्तु द्रव्यमानसंख्या भिन्ना भवति।” एवं प्रकारेण वयं वक्तुं शक्नुमः यत् उदजनपरमाणोः त्रीणि समस्थानिकानि भवन्ति प्रोटियम, ड्यूटेरियम, ट्राइटियम च।

बहुषु तत्त्वेषु समस्थानिकस्य मिश्रणम् अपि भवति। कस्यचित् तत्त्वस्य प्रत्येकं समस्थानिकं शुद्धपदार्थः भवति। समस्थानिकानां रासायनिकगुणाः समानाः सन्ति चेत् अपि भौतिकगुणाः भिन्नाः भिन्नाः भवन्ति।

प्रकृतौ नीरजी समस्थानिकद्वये प्राप्यते यस्याः द्रव्यमानं 35 u तथा च 37 u , यत् 3:1 अनुपाते भवति। इदानीम् एषः प्रश्नः उदेति यत् किं द्रव्यमानं नीरज्याः

परमाणुद्रव्यमानं मन्तव्यम्? आगच्छन्तु एतस्य अन्वेषणं कुर्मः।

कस्यचित् प्राकृतिकस्य तत्त्वस्य एकस्य परमाणोः द्रव्यमानं तस्मिन् तत्त्वे विद्यमानेन सर्वविधप्राकृतिकरूपेण प्राप्यमाणस्य परमाणोः सामान्यतः द्रव्यमानस्य समानं भवति। यदि कस्यचित् एकस्य तत्त्वस्य किम् अपि समस्थानिकं नास्ति तर्हि परमाणोः द्रव्यमानं तस्मिन् उपस्थितस्य प्राणोः तथा च कणिकायाः द्रव्यमानस्य योगः भवति किन्तु यदि एकं तत्त्वं समस्थानिकरूपेण उपस्थितम् अस्ति तर्हि अस्माभिः प्रत्येकं समस्थानिकस्य रूपस्य प्रतिशतं ज्ञातव्यं भविष्यति तथा च सामान्यतः द्रव्यमानस्य गणना करणीया भविष्यति।

नीरज्याः सामान्यतः परमाणुद्रव्यमानं भविष्यति –

$$\left[\left(35 \times \frac{75}{100} + 37 \times \frac{25}{100} \right) \right]$$

$$= \left(\frac{105}{4} + \frac{37}{4} \right) = \frac{142}{4} = 35.5 \text{ u}$$

एतस्य तात्पर्यम् एतत् नास्ति यत् नीरज्याः परमाणोः द्रव्यमानम् एका भिन्नात्मिका संख्या 35.5 u अस्ति। एतस्य तात्पर्यम् एतत् अस्ति यत् यदि नीरज्याः किञ्चित् मात्रां स्वीकुर्मः तर्हि एतस्यां नीरज्याः समस्थानिकानि भविष्यन्ति।

समस्थानिकानाम् अनुप्रयोगः

केषाञ्चन समस्थानिकानां विशेषगुणाः भवन्ति येषाम्



भवन्तः

किम्

अधिगतवन्तः?

- विद्युदणोः प्राणोः च परिज्ञानं क्रमशः जे.जे.टॉमसनः, इ.गोल्डस्टीनः च कृतवन्तौ।
- जे.जे.टॉमसनः एतत् प्रस्तावितवान् यत् विद्युदणुः धनात्मके गोले निविष्टः भवति।
- रदरफोर्डस्य अल्फाकणानां प्रकीर्णनप्रयोगेण परमाणुकेन्द्रकस्य परिज्ञानं कृतम्।
- रदरफोर्डस्य परमाणुप्रतिदर्शनेन प्रस्तावितं यत् परमाणोः अन्तः अतीव लघु केन्द्रकं भवति

उपयोगः विभिन्नेषु क्षेत्रेषु कुर्मः। तेषु केचन अधः लिख्यन्ते।

- किरणातोः एकस्य समस्थानिकस्य उपयोगः परमाणुभ्राष्ट्रे इन्धनरूपेण भवति।
- कर्कटरोगस्य उपचारे केत्वातोः समस्थानिकस्य उपयोगः भवति।
- गलगण्डस्य उपचारे जाम्बुकीलवणस्य उपयोगः भवति।

4.6.1 समभारिकम्

छौरैयपरमाणुसंख्या 20 तथा च मन्दातिपरमाणुसंख्या 18 इति द्वयोः तत्त्वयोः विषये विचारं कुर्वन्तु। परमाणुषु विद्युदणूनां संख्या भिन्ना भिन्ना भवति, द्वयोः तत्त्वयोः द्रव्यमानसंख्या 40 अस्ति। अर्थात् तत्त्वानाम् एतस्य युगलस्य अणुषु आहत्य अणुकेन्द्रिकाणां संख्या समाना अस्ति। भिन्नभिन्नपरमाणुवतां तत्त्वानां येषां द्रव्यमानसंख्या भवति तत् समभारिकं कथ्यते।

प्रश्नः

1. H.D, तथा च T चिह्नस्य कृते प्रत्येकस्मिन् प्राप्यमाणानां त्रयाणाम् अवपरमाणुकानां कणानां सारणीबद्धतां कुर्वन्तु।
2. समस्थानिकस्य समभारिकस्य कस्यचित् एकस्य युग्मस्य वैद्युतकविन्यासं कुर्वन्तु।

तथा च विद्युदणुः केन्द्रकं परितः भ्रमति। परमाणोः स्थिरतायाः एतेन प्रतिदर्शेन व्याख्या कर्तुं न शक्यते।

- नीलबोरद्वारा प्रदत्तस्य परमाणोः प्रतिदर्शः अधिकः सफलः आसीत्। सः प्रस्तावितवान् यत् विद्युदणुः केन्द्रकं परितः निश्चितया ऊर्जया सह भिन्नभिन्नकक्षासु वितीर्णः भवति। यदि परमाणोः बाह्यकक्षाः पूर्णाः भवन्ति तर्हि परमाणुः स्थिरः भविष्यति तथा च न्यूनः क्रियाशीलः भविष्यति।
- जे.चैडविकः परमाणोः अन्तः कणिकानां उपस्थितिं परिज्ञातवान्। एवं प्रकारेण परमाणोः त्रयः अवपरमाणुककणाः सन्ति – विद्युदणुः, प्राणुः, कणिका च। विद्युदणुः ऋण-आवेशितः भवति, प्राणुः धनावेशितः भवति, तथा च कणिका अनावेशिता भवति। प्राणौ कणिकायां च एकैकस्य द्रव्यमानम् एकं घटकं स्वीक्रियते।
- परमाणोः कक्षाणां K, L, M, N..... इति नाम दत्तम् अस्ति।
- संयोजकता परमाणोः संयोजनशक्तिः अस्ति।
- एकस्य तत्त्वस्य परमाणुसंख्या केन्द्रके विद्यमानानां प्राणूनां संख्यायाः समाना भवति।
- परमाणोः द्रव्यमानसंख्या केन्द्रके विद्यमानानाम् अणुकेन्द्रिकाणां संख्यायाः समाना भवति।
- समस्थानिकम् एकस्य तत्त्वस्य परमाणुः अस्ति यस्य द्रव्यमानसंख्या भिन्ना भिन्ना भवति।
- समभारिकं तादृशपरमाणुः अस्ति यस्य द्रव्यमानसंख्या समाना किन्तु परमाणुसंख्या भिन्ना भिन्ना भवति।
- तत्त्वानि तेषां प्राणूनां संख्यायाः आधारेण परिभाषितुं शक्यन्ते।

अभ्यासः



- विद्युदणोः प्राणोः कणिकायाः च गुणानां तुलनां कुर्वन्तु।
- जे.जे.टॉमसनस्य परमाणुप्रतिदर्शस्य काः सीमाः सन्ति?
- रदरफोर्डस्य परमाणुप्रतिदर्शस्य काः सीमाः सन्ति?
- बोरस्य परमाणुप्रतिदर्शस्य व्याख्यां कुर्वन्तु।
- एतस्मिन् अध्याये प्रदत्तानां सर्वेषां परमाणुप्रतिदर्शानां तुलनां कुर्वन्तु।
- प्रथम-अष्टादशतत्त्वानां विभिन्नकक्षासु विद्युदणुवितरणस्य नियमं लिखन्तु।
- सैकतीयस्य प्राणवायोः च उदाहरणं स्वीकुर्वन्तः संयोजकतायाः परिभाषां कुर्वन्तु।
- सोदाहरणं व्याख्यां कुर्वन्तु – परमाणुसंख्या, द्रव्यमानसंख्या, समस्थानिकस्य समभारिकसमस्थानिकस्य च किमपि उपयोगद्वयं लिखन्तु।
- Na^+ इत्यस्य पूर्णरूपेण पूर्णाः K तथा च L कोशाः भवन्ति – व्याख्यां कुर्वन्तु।
- यदि दुराग्रीपरमाणुः द्वयोः समस्थानिकयोः $^{79}_{35}\text{Br}$ (49.7%) तथा च $^{81}_{35}\text{Br}$ (50.3%) रूपेण अस्ति तर्हि दुराग्रीपरमाणोः सामान्यतः परमाणुद्रव्यमानस्य गणनां

कुर्वन्तु।

11. एकस्य तत्त्वस्य X इत्यस्य परमाणुद्रव्यमानं 16.2 u अस्ति तर्हि एतस्य कस्मिंश्चित् एकस्मिन् प्रतिदर्शे समस्थानिकस्य $^{18}_8\text{X}$ तथा च $^{18}_8\text{X}$ इत्यस्य प्रतिशतं किं भविष्यति?
12. यदि तत्त्वस्य X = 3 अस्ति तर्हि तत्त्वस्य संयोजकता का भविष्यति? तत्त्वस्य नाम अपि लिखन्तु।
13. द्वयोः परमाण्वोः जातेः केन्द्रकाणां संघटनम् अधः दत्तम् अस्ति।
- | | X | Y |
|---------|---|---|
| प्राणुः | 6 | 6 |
| कणिका | 6 | 8 |
- X तथा च Y द्रव्यमानसंख्या ज्ञातव्या। एतयोः द्वयोः उपजात्योः कः सम्बन्धः अस्ति?
14. अधोलिखितेषु वक्तव्येषु अशुद्धस्य कृते F तथा च अशुद्धस्य कृते T लिखन्तु।
- (a) जे.जे.टॉमसनः एतत् प्रस्तावितवान् आसीत् यत् परमाणोः केन्द्रके केवलम् अणुकेन्द्रिकाणि भवन्ति।
- (b) एकः विद्युदणुः एकः प्राणुः च मिलित्वा कणिकायाः निर्माणं कुरुतः अतः एषा अनावेशिता भवति।
- (c) विद्युदणोः द्रव्यमानं प्राणुतः प्रायः 1/2000 गुणितं भवति।
- (d) जम्बुकीलवणस्य समस्थानिकस्य प्रयोगः कृमिद्रुनिष्कर्षस्य जम्बुकीलवणस्य निर्माणे भवति। एतस्य उपयोगः औषधरूपेण भवति।
- प्रश्नसंख्यायां 15,16,17, शुद्धस्य पुरतः शुद्धचिह्नम् अङ्कयन्तु तथा च अशुद्धस्य पुरतः × चिह्नम् अङ्कयन्तु।
15. रदरफोर्डस्य अल्फाकणप्रकीर्णनप्रयोगः कस्य परिज्ञानस्य कृते उत्तरदायी आसीत्—
- (क) परमाणुकेन्द्रकम् (ख) विद्युदणुः
- (ग) प्राणुः (घ) कणिका
16. एकस्य तत्त्वस्य समस्थानिके भवन्ति—
- (क) समानः भौतिकः गुणः (ख) भिन्नः रासायनिकः गुणः
- (ग) कणिकानां भिन्नभिन्नसंख्या (घ) भिन्नपरमाणुसंख्या
17. Cl- आयने संयोजकताविद्युदणूनां संख्या अस्ति –
- (क) 16 (ख) 8
- (ग) 17 (घ) 18
18. विक्षारस्य समीचीनः वैद्युतकविन्यासः अधस्तनेषु कः अस्ति?
- (क) 2,8 (ख) 8,2,1
- (ग) 2,1,8 (घ) 2,8,1

19. अधोलिखितां सारणीं पूरयन्तु –

परमाणु- संख्या	द्रव्यमान- संख्या	कणिका- संख्या	प्राणु- संख्या	विद्युदणु- संख्या	परमाणुः उपजातिः
9	-	10	-	-	-
16	32	-	-	-	गन्धकम्
-	24	-	12	-	-
-	2	-	1	-	-
-	1	0	1	0	-

अध्याय:5

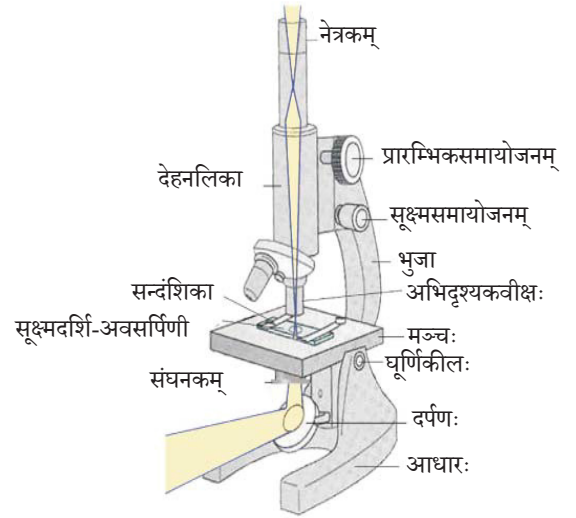
जीवनस्य मौलिकः भागः

(The Fundamental Unit Of Life)

पिधानस्य कृशस्य खण्डस्य अवलोकनेन राबर्टहुकः प्राप्तवान् यत् एतस्मिन् बहवः लघु-लघुप्रकोष्ठाः सन्ति येषां संरचना मधुमक्षिकायाः छत्रम् इव प्रतीयते। पिधानं कश्चन पदार्थः यः वृक्षस्य झिल्लिकातः प्राप्यते। 1665 तमे वर्षे हुकः एतत् स्वनिर्मितया सूक्ष्मदर्शिन्या दृष्टवान् आसीत्। राबर्टहुकः एतान् प्रकोष्ठान् कोशिका -नाम्ना उक्तवान् cell (कोशिका) लैटिनशब्दः अस्ति यस्य अर्थः भवति लघुप्रकोष्ठः। उपर्युक्ता घटना कदाचित् लघ्वी भासेत किन्तु विज्ञानस्य इतिहासे एषा अतीव महत्त्वपूर्णा घटना अस्ति। एवं प्रकारेण सर्वप्रथमं हुकः दृष्टवान् यत् सजीवेषु भिन्नं भिन्नम् एककं भवति। एतस्य एककस्य वर्णनं कर्तुं जीव-विज्ञाने कोशिका-शब्दस्य उपयोगः अद्य पर्यन्तं क्रियते।

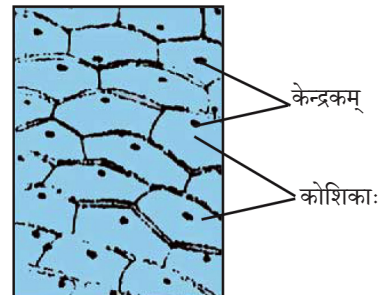
आगच्छन्तु , कोशिकायाः विषये इतोऽपि ज्ञानं प्राप्नुमः।

सेफ्रामाइन स्थापनीयः तथा च एषा आवरणखण्डेन आच्छादनीया। आवरणखण्डः सूच्याः साहाय्येन तथा स्थापनीयः यथा तस्मिन् वायोः बुद्बुदः न आगच्छेत्। स्वस्य अध्यापकस्य सहायता स्वीकरणा। अस्माभिः पलाण्डोः झिल्लिकायाः स्थायिनी अवसर्पिणी निर्मिता अस्ति। इदानीं वयम् अवसर्पिणीं पूर्वं न्यूनशक्तिवत्या सूक्ष्मदर्शिन्या तथा च अनन्तरम् उच्चशक्तिवत्या संयुक्तसूक्ष्मदर्शिन्या पश्यामः।



चित्रम् 5.1 संयुक्ता सूक्ष्मदर्शिनी

भवन्तः किं दृष्टवन्तः ? किं भवन्तः यां संरचनां सूक्ष्मदर्शिन्या पश्यन्ति तां कर्गदे लेखितुं शक्नुवन्ति? किम् एतत् चित्रं 5.2 इव दृश्यते?



चित्रम् 5.2 पलाण्डोः झिल्लिकायाः कोशिकाः

5.1 सजीवः केन निर्मितः भवति?

क्रियाकलापः 5.1

पलाण्डोः कश्चन लघुखण्डः स्वीकरणीयः। मुचुट्याः साहाय्येन पलाण्डोः अवतलस्तरात् (आन्तरिकस्तरात्) झिल्लिका निष्कासयितुं शक्यते। एषा झिल्लिका इति जलमये घटीकाचे स्थापनीया। एतेन कारणेन झिल्लिका बद्धा अथवा शुष्का न भविष्यति। अस्माभिः एतया झिल्लिकया किं करणीयम्? काचस्य काचित् अवसर्पिणी स्वीकरणीया। एतस्याः उपरि जलस्य एकः बिन्दुः स्थापनीयः। इदानीं घटीकाचे स्थापितः झिल्लिकायाः लघुलघुखण्डः एतस्याः अवसर्पिण्याः उपरि स्थापनीयः। एतत् स्मरणीयं यत् झिल्लिका अतीव समतला भवेत्। काचित् कृशा तूलिका एतस्याः झिल्लिकायाः अवसर्पिण्याः उपरि स्थापने सहायतां कर्तुं शक्नोति। इदानीम् एतस्याः उपरि एकः बिन्दुः

इदानीं वयं विभिन्नाकारकस्य पलाण्डोः झिल्लिकायाः स्थायिनीम् अवसर्पिणीं निर्मास्यामः। वयं किं पश्याम? किं समानां संरचनां पश्यामः अथवा भिन्नां भिन्नाम्?

एताः काः संरचनाः सन्ति?

एताः सर्वाः अपि संरचनाः समानाः दृश्यन्ते। एताः सर्वाः मिलित्वा एकां विशालां संरचनां (शल्लककन्दं) निर्मान्ति यथा पलाण्डुः। एतेन क्रियाकलापेन ज्ञायते यत् विभिन्नाकारके पलाण्डौ सूक्ष्मदर्शिन्या पश्यामः चेत् समानाः संरचनाः दृश्यन्ते। पलाण्डोः आकारेण एतस्याः कोऽपि सम्बन्धः नास्ति।

एताः लघुलघुसंरचनाः याः अस्माभिः दृश्यन्ते ताः शल्लककन्दस्य पलाण्डोः मूलभूतानि घटकानि सन्ति। एताः संरचनाः कोशिकाः कथ्यन्ते। न केवलं पलाण्डोः अपितु यावतः अपि जीवजन्तून् वयम् अस्मान् परितः पश्यामः ते सर्वे अपि कोशिकाद्वारा निर्मिताः भवन्ति। यद्यपि केचन जीवाः एककोशिकाः अपि भवन्ति।

आवर्धकवीक्षस्य आविष्कारानन्तरं सूक्ष्मदर्शिन्याः आविष्कारः अभवत्। एतत् ज्ञातं यत् कोशिका स्वयम् एव कश्चित् सम्पूर्णः जीवः अमीबा, क्लैमिडोमोनास पैरामीशियम तथा च जीवाणुः भवितुम् अर्हति। एते सजीवाः एककोशिकाः कथ्यन्ते। एतत् अतिरिच्य बहुकोशिकजीवेषु अनेककोशिकाः समाहिताः भूत्वा विभिन्नानि कार्याणि सम्पादयितुं विभिन्नानाम् अङ्गानां निर्माणं कुर्वन्ति। एतस्य कानिचन उदाहरणानि सन्ति यथा – कवकं, पादपः, जन्तुः। किं वयम् इतोऽपि केषाञ्चन एककोशिकजीवानां विषये ज्ञातुं शक्नुमः?

प्रत्येकं बहुकोशिकजीवः एककोशिकातः एव विकसितः जातः अस्ति। कथम्? कोशिकाः विभाजिताः भूत्वा स्वसमानाम् एव कोशिकां निर्मान्ति। एतेन प्रकारेण सर्वाः कोशिकाः स्वपूर्ववर्तिकोशिकातः उत्पन्नाः सन्ति।

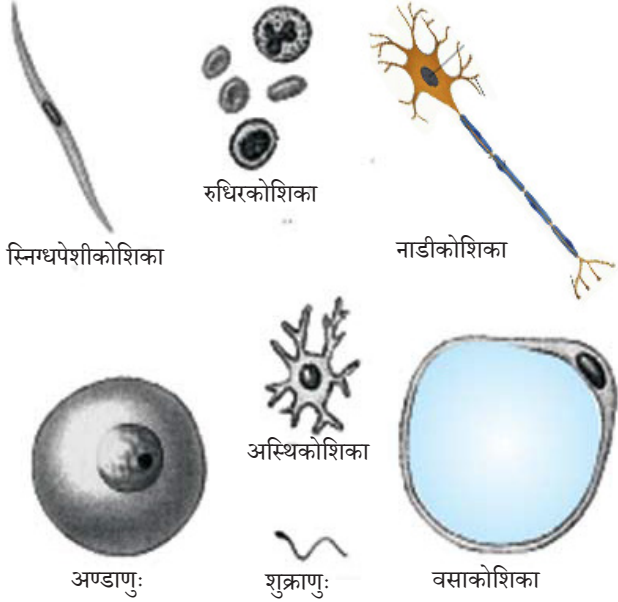
कोशिकायाः सर्वप्रथमं परिज्ञानं रॉबर्टहुकः 1665 तमे वर्षे कृतवान् आसीत्। सः कोशिकां पिधानस्य कृशकर्तिते अक्षमायाः सूक्ष्मदर्शिन्याः साहाय्येन दृष्टवान्। ल्यूवेहनकः 1674 तमे वर्षे सर्वप्रथमम् उन्नतसूक्ष्मदर्शिन्या तडागस्य जले स्वतन्त्ररूपेण जीवितकोशिकाः परिज्ञातवान्। रॉबर्टब्राउनः 1831 तमे वर्षे कोशिकासु केन्द्रकं परिज्ञातवान्। जे.ई. पुरोकंजः 1839 तमे वर्षे कोशिकायां स्थितं तरलजीवपदार्थं जीवद्रव्यम् इति कथितवान्। द्वौ जीववैज्ञानिकौ एम.स्लीडनः (1838) तथा च टी. स्वानः (1839) तमे वर्षे कोशिकासिद्धान्तस्य विषये उक्तवन्तौ। एतस्य सिद्धान्तस्य अनुसारं सर्वे अपि पादपाः तथा च जीवजन्तवः कोशिकाद्वारा निर्मिताः सन्ति तथा च कोशिकाः जीवनस्य मूलभूताः घटकाः सन्ति। विरचो 1855 तमे वर्षे कोशिकासिद्धान्तम् इतोऽपि अग्रे नीतवान्। सः उक्तवान् यत् सर्वाः कोशिकाः पूर्ववर्तिकोशिकातः निर्मिताः सन्ति। 1940 तमे वर्षे विद्युदणुसूक्ष्मदर्शिन्याः परिज्ञानानन्तरं कोशिकायाः जटिलसंरचना तथा च अन्यानि च बहूनि अङ्गानि ज्ञातुं सरलानि अभवन्।

एतत् अपि जानन्तु

क्रियाकलापः 5.2

- वयं पर्णस्य झिल्लिकायाः, पलाण्डोः मूलाग्रस्य अथवा विभिन्नाकारकस्य पलाण्डोः झिल्लिकायाः अस्थायि-अवसर्पिणीं निर्मातुं शक्नुमः।
- उपर्युक्तं क्रियाकलापं कृत्वा अधोलिखितानां प्रश्नानाम् उत्तरं वदन्तु
 - किं सर्वाः कोशिकाः आकारस्य आकृतेः च दृष्ट्या समानाः दृश्यन्ते?
 - किं सर्वासां कोशिकानां संरचना समाना दृश्यते?
 - किं पादपस्य विभिन्नेषु भागेषु प्राप्यमाणासु कोशिकासु कश्चित् अपि भेदः अस्ति?
 - अस्माभिः कोशिकासु का समानता दृश्यते?

केषुचित् जीवेषु विभिन्नाः कोशिकाः अपि भवितुम् अर्हन्ति। अधोलिखितं चित्रं पश्यन्तु। एताः मानवशरीरस्य काश्चन कोशिकाः सन्ति।



चित्रम् 5.3 मानवशरीरस्य विभिन्नाः कोशिकाः

कोशिकानाम् आकारः आकृतिः च तासां विशिष्ट-कार्याणाम् अनुरूपं भवति। काश्चन कोशिकाः स्वीयम् आकारं परिवर्तयन्त्यः भवन्ति - यथा एककोशिका अमीबा। केषुचित् जीवेषु कोशिकायाः आकारः प्रायः स्थिरः भवति तथा च प्रत्येकं प्रकारकस्य कृते विशिष्टः भवति - यथा तन्त्रिकाकोशिका।

प्रत्येकं जीवितायां कोशिकायां किमपि मूलभूतं कार्यं कर्तुं क्षमता भवति या सर्वेषां सजीवानां गुणः अस्ति। काचित् जीवितकोशिका एतानि मूलभूतानि कार्याणि कथं करोति? वयं जानीमः यत् बहुकोशिकजीवेषु श्रमविभाजनं भवति यथा मनुष्येषु भवति। एतस्य अर्थः एवम् अस्ति यत् शरीरस्य विभिन्नानि अङ्गानि विभिन्नानि कार्याणि कुर्वन्ति। यथा मनुष्यस्य शरीरे हृदयं रुधिरस्य संचालनं करोति तथा च आमाशयः भोजनस्य पाचनं करोति। एवं प्रकारेण एककोशिके अपि श्रमविभाजनं भवति। वस्तुतः एतादृश्यां प्रत्येकं कोशिकायां किञ्चन विशिष्टं घटकं भवति यत् कोशिकाङ्गं कथ्यते। प्रत्येकं कोशिकाङ्गं

विशिष्टं कार्यं करोति यथा कोशिकायां नूतनपदार्थस्य निर्माणम्, अपशिष्टस्य पदार्थस्य निष्कासनम् आदि। एतेषां कोशिकाङ्गानां कारणेन एव कोशिकाः जीविताः भवन्ति तथा च स्वीयानि कार्याणि कुर्वन्ति। एतानि कोशिकाङ्गानि मिलित्वा किञ्चन मूलभूतं घटकं निर्मान्ति यत् कोशिकाङ्गं कथ्यते। एतत् अतीव रुचिकरं यत् सर्वासु कोशिकासु एकविधम् एव कोशिकाङ्गं भवति। एतेन कापि विभिन्नता न भवति यत् तस्य कार्यं किं भवति अथवा कस्मिन् जीवे प्राप्यते।

प्रश्नः

1. कोशिकायाः परिज्ञानं कः कथं च कृतवान्?
2. कोशिका जीवनस्य संरचनात्मकं तथा च क्रियात्मकं घटकं किमर्थं कथ्यते?

5.2 कोशिका केन निर्मिता भवति? तथा च कोशिकायाः संरचनात्मकं संघटनं किम् अस्ति?

वयं दृष्टवन्तः यत् कोशिकायां विशिष्टं घटकं भवति यत् कोशिकाङ्गं कथ्यते। कोशिका कथं संघटितं भवति?

यदि वयं कोशिकायाः अध्ययनं सूक्ष्मदर्शिन्या करिष्यामः तर्हि प्रायः प्रत्येकं कोशिकायां वयं त्रीन् गुणान् द्रक्ष्यामः— जीवाणुझिल्लिका, केन्द्रकं तथा च कोशिकाद्रव्यम्। कोशिकायाः अन्तः जायमानाः पारस्परिकक्रियाः समस्तक्रियाकलापेन तथा च तस्य बाह्यपर्यावरणेन एतासाम् एव क्रियाणां कारणेन सम्भवन्ति। आगच्छन्तु पश्यामः तत् कथम्?

5.2.1 जीवाणुझिल्लिका अथवा कोशिकाझिल्लिका

एषः कोशिकायाः सर्वबाह्यस्तरः अस्ति यः कोशिकायाः घटकं बाह्यपर्यावरणात् पृथक् करोति। जीवाणुझिल्लिका केषाञ्चन पदार्थानाम् अन्तः अथवा बहिः गमनागमनं कारयति। एषा अन्यपदार्थानां गतिम् अपि स्थगयति। कोशिकाझिल्लिका तदर्थं वर्णात्मिका पारगम्या झिल्लिका कथ्यते।

कोशिकायां पदार्थानां गतिः कथं भवति? पदार्थाः कोशिकातः बहिः कथम् आगच्छन्ति?

केचन पदार्थाः यथा अङ्गाराम्लवायुः अथवा प्राणवायुः कोशिकाझिल्लिकायाः पारं विसरणप्रक्रियाद्वारा गमनागमनं कर्तुं शक्नुवन्ति। वयं गते अध्याये विसरणस्य प्रक्रियायाः विषये पठितवन्तः। वयं दृष्टवन्तः यत् पदार्थानां गतिः उच्चसान्द्रतातः अधस्तनसान्द्रतां प्रति भवति।

काचित् एतादृशी एव प्रक्रिया कोशिकायां भवति उदाहरणार्थं – यदा कश्चन पदार्थः (यः एककोशिकीयः अपशिष्टः अस्ति तथा च यस्य निष्कासनम् आवश्यकं भवति) यथा CO_2 कोशिकायाम् एकत्र भवति तदा तस्य सान्द्रता वृद्धा भवति। कोशिकायाः बाह्यपर्यावरणे CO_2 सान्द्रता कोशिकायाः स्थितायाः CO_2 सान्द्रतायाः अपेक्षया न्यूना भवति। यस्मिन् समये कोशिकायाः अन्तः बहिः च CO_2 सान्द्रतायां भेदः आगच्छति तस्मिन् एव समये उच्चसान्द्रतातः अधस्तनसान्द्रतां प्रति विसरणद्वारा कोशिकातः CO_2 बहिः निर्गच्छति। एतेन एव प्रकारेण यदा कोशिकायां प्राणवायोः सान्द्रता न्यूना भवति तदा O_2 बहिर्भागात् कोशिकायां विसरणद्वारा अन्तः आगच्छति। अतः कोशिकायां बाह्यपर्यावरणे च वातानाम् आदानप्रदाने विसरणं मुख्यभूमिकां निर्वहति।

जलम् अपि विसरणस्य नियमानुकूलं व्यवहारं करोति। जलस्य अणूनां गतिः वर्णात्मकपारगम्यझिल्लिका-द्वारा भवति तदा सा गतिः परासरणं कथ्यते। जीवाणुझिल्लिकातः जलस्य गतिः जले विलीनपदार्थानां मात्राकारणेन अपि प्रभाविता भवति। एवं प्रकारेण परासरणे जलस्य अणवः वर्णात्मकपारगम्यझिल्लिकाद्वारा उच्चजलस्य सान्द्रतातः अधस्तनजलस्य सान्द्रतां प्रति गच्छन्ति।

यदि वयं काञ्चित् जन्तुकोशिकाम् अथवा पादपकोशिकां शर्करायाः अथवा लवणस्य विलयने स्थापयामः तर्हि किं भविष्यति? अधोलिखितासु तिसृषु घटनासु एका घटना भवितुम् अर्हति—

1. यदि कोशिका तनुविलयनवति माध्यमे (अर्थात् जले शर्करायाः अथवा लवणस्य मात्रा न्यूना तथा च जलस्य मात्रा अधिका भवति) स्थापिता अस्ति तर्हि जलपरासरणविधिद्वारा

कोशिकायाः अन्तः गमिष्यति। एतादृशं विलयनम् अल्पपरासरणपीडनविलयनं कथ्यते।

जलस्य अणवः कोशिकाझिल्लिकाम् उभयतः गमनागमनं कर्तुं स्वतन्त्राः भवन्ति किन्तु कोशिकायाः अन्तर्गमिजलस्य मात्रा कोशिकायाः बहिर्गमिजलस्य मात्रातः अधिका भवति। एतेन प्रकारेण शुद्धः परिणामः भविष्यति यत् जलं कोशिकायाः अन्तः आगतम्। एतेन कोशिकायां शोथः आगमिष्यति।

2. यदि कोशिका एतादृशे माध्यमविलयने स्थाप्यते यस्मिन् बाह्यजलस्य सान्द्रता कोशिकायां स्थितस्य जलस्य सान्द्रतायाः समाना भवेत् तर्हि कोशिकाझिल्लिकातः जले कापि शुद्धा गतिः न भविष्यति। एतादृशं विलयनं समपरासारिविलयनं कथ्यते। जलं कोशिकाझिल्लिकाम् उभयतः गमनागमनं करोति किन्तु जलस्य यावती मात्रा अन्तः गता तावती एव मात्रा बहिः आगच्छति। एवं व्यापकरूपेण जलस्य कापि गतिः न भवति। अतः कोशिकायाः मापे किमपि परिवर्तनं न आगच्छति।
3. यदि कोशिकायाः बाह्यं विलयनम् आन्तरिकमिश्रणेन अधिकं सान्द्रम् अस्ति तर्हि जलं परासरणद्वारा कोशिकातः बहिः आगमिष्यति। एतादृशं विलयनम् अतिपरासरणपीडनं कथ्यते। पुनः जलं कोशिकाझिल्लिकाम् उभयतः गमनागमनं कर्तुं शक्नोति किन्तु एतस्यां स्थितौ कोशिकातः अधिकं जलं बहिः आगमिष्यति तथा च न्यूनं जलम् अन्तः गमिष्यति। अतः कोशिका संकुचिता भविष्यति।

एवं प्रकारेण परासरणं विसरणस्य कश्चन विशिष्टः विधिः अस्ति यस्मिन् वर्णात्मकझिल्लिकाद्वारा गतिः भवति। आगच्छन्तु अधोलिखितं क्रियाकलापं कुर्मः।

क्रियाकलापः _____ 5.3

अण्डात् परासरणम्

- (a) अण्डं तनुहाइड्रोक्लोरिक-अम्ले स्थापयित्वा तस्य कवचं निष्कासनीयम्। एतस्य कवचम् अधिकांशतः छौरैयप्राङ्गारीयद्वारा विनिर्मितं भवति। काचित् कृशा बाह्यत्वक् (झिल्लिका) इदानीम् अण्डस्य

आवरणं करोति। अण्डं शुद्धजले स्थापनीयं तथा च पञ्चनिमेषानन्तरम् अवलोकनीयम्। भवन्तः किं पश्यन्ति? अण्डे शोथः आगच्छति यतोहि परासरणद्वारा जलम् अण्डस्य अन्तः गच्छति।

- (ख) एवम् एव प्रकारेण एकं कवचरहितम् अण्डं स्वीकरणीयं लवणस्य सान्द्रिते विलयने स्थापनीयं तथा च पञ्चनिमेषपर्यन्तं तस्य अवलोकनं करणीयम्। अण्डं संकुचितं भवति। किमर्थं ? जलम् अण्डात् निर्गत्य लवणस्य विलयने आगच्छति यतोहि लवणस्य मिश्रणम् अधिकं सान्द्रितं भवति।

एवं प्रकारेण क्रियाकलापं कर्तुं वयं शुष्कद्राक्षाद्वारा अथवा प्रियालु द्वारा अपि प्रयासं कर्तुं शक्नुमः।

क्रियाकलापः _____ 5.4

- शुष्कद्राक्षाम् अथवा प्रियालुं केवलं जले स्थापयन्तु तथा च किञ्चित् कालपर्यन्तं त्यजन्तु। तदनन्तरं शर्करायाः लवणस्य वा सान्द्रिते विलयने स्थापयन्तु। भवन्तः अधोलिखितं भेदं द्रक्ष्यन्ति।

- (a) यदा तत् जले स्थापितं तदा जलं गृहीत्वा तस्मिन् शोथः आगतः।
- (b) यदा तत् सान्द्रिते मिश्रणे स्थापितं तदा जलं बहिः निष्कास्य संकुचितं जातम्।

एककोशिकीयाः अलवणीयाः जलीयाः जीवाः तथा च अधिकांशपादपकोशिकाः परासरणद्वारा जलग्रहणं कुर्वन्ति। पादपानां मूलद्वारा जलस्य अवशोषणं परासरणस्य एकम् उदाहरणम् अस्ति।

एवं प्रकारेण कोशिकायाः जीवने विसरणं जलस्य तथा च वातानां आदानप्रदानस्य प्रक्रियायां महत्त्वपूर्णं भूमिकां निर्वहति। एतत् अतिरिच्य विसरणं कोशिकायाः बाह्यपर्यावरणात् पोषणग्रहणे सहायतां करोति। कोशिकातः विभिन्न-अणूनाम् अन्तः आगमनं तथा च बहिः गमनम् अपि विसरणद्वारा एव भवति। एतादृशे परिवहने ऊर्जायाः आवश्यकता भवति।

जीवाणुझिल्लिका मृदुला भवति तथा च जैविक-अणुः यथा वसायाः अथवा प्रोभूजिनस्य निर्मितं भवति। जीवाणुझिल्लिकायाः रचनां वयं केवलं विद्युदणुसूक्ष्मदर्शिन्या द्रष्टुं शक्नुमः।

कोशिकाझिल्लिकायाः मृदुलता एककोशिकजीवेषु कोशिकायाः बाह्यपर्यावरणात् स्वस्य ग्रहणे तथा च अन्यपदार्थग्रहणे सहायतां करोति। एतादृशी प्रक्रिया एन्डोसाइटोसिस कथ्यते। अमीबा स्वस्य भोजनम् एतया प्रक्रियया एव प्राप्नोति।

क्रियाकलापः _____ 5.5

- विद्यालयस्य पुस्तकालयद्वारा अथवा अन्तर्जालद्वारा विद्युदणुसूक्ष्मदर्शिन्याः विषये जानन्तु। एतस्य विषये अध्यापकैः सह चर्चा कुर्वन्तु।

प्रश्नः

1. CO_2 तथा च जलसदृशाः पदार्थाः कोशिकायाः कथम् अन्तः बहिः च गच्छन्ति? एतत् आश्रित्य चर्चा कुर्वन्तु।
2. जीवाणुझिल्लिका वर्णात्मकपारगम्यझिल्लिका किमर्थं कथ्यते?

5.2.2 कोशिका-भित्तिः

पादपकोशिकासु जीवाणुझिल्लिकायाः अतिरिच्य कोशिका भित्तिः अपि प्राप्यते। पादपकोशिकाभित्तिः मुख्यतः कोशाध्वेद द्वारा विनिर्मिता भवति। कोशाध्वेदः कश्चित् अतीव जटिलः पदार्थः अस्ति तथा च एषः पादपानां कृते संरचनात्मकदृढतां प्रददाति।

यदा कस्याञ्चित् पादपकोशिकायां परासरणद्वारा जलस्य हानिः भवति तदा कोशिका झिल्लिकासहित-आन्तरिकपदार्थाः संकुचिताः भवन्ति। एषा घटना जीवद्रव्यकुञ्चनं कथ्यते। वयम् एतां परिघटनाम् अधस्तनक्रियाकलापद्वारा द्रष्टुं शक्नुमः।

क्रियाकलापः _____ 5.6

- रियोपर्णस्य झिल्लिकां जले स्थापयित्वा एकाम् अवसर्पिणीं निर्मान्तु। एताम् उच्चशक्तिवत्या सूक्ष्मदर्शिन्या पश्यन्तु। लघुलघुहरितकणाः द्रक्ष्यन्ते। एते कणाः हरितलवकाः कथ्यन्ते। एतेषु कश्चित् हरितः पदार्थः भवति। यः पर्णशादः कथ्यते। एतम् अवसर्पिण्यां शर्करायाः अथवा लवणस्य सान्द्रे विलयने स्थापयन्तु। एकनिमेषं प्रतीक्षां कुर्वन्तु तथा

च सूक्ष्मदर्शिन्या पश्यन्तु। वयं किं पश्यामः?

- इदानीं रियो-पर्णानां किञ्चित् कालपर्यन्तं क्वथनं करणीयम्। एतेन पर्णानां सर्वाः अपि कोशिकाः मृताः भविष्यन्ति। इदानीम् एकं पर्णम् अवसर्पिण्यां स्थापयन्तु तथा च सूक्ष्मदर्शिन्या पश्यन्तु। अवसर्पिण्याः उपरि स्थापिते पर्णे शर्करायाः अथवा लवणस्य सान्द्रं विलयनं स्थापयन्तु। एकनिमेषं प्रतीक्षां कुर्वन्तु तथा च पुनः सूक्ष्मदर्शिन्या पश्यन्तु। वयं किं पश्यामः? किम् इदानीं जीवद्रव्यं कुञ्चितम् अभवत्?

एतस्मात् क्रियाकलापात् कः निष्कर्षः प्राप्यते? एतेन ज्ञायते यत् केवलं जीवितकोशिकासु एव परासरणद्वारा जल-अवशोषणस्य क्षमता भवति न तु मृतकोशिकासु।

कोशिकाभित्तिः पादपान्, कवकानि, जीवाणून् च कोशिकानाम् अपेक्षानुसारं न्यूनतनुविलयने (अल्पपरासरणपीडनविलयने) विना विदीर्णतां स्थापयति। एतादृशमाध्यमेन कोशिका परासरणविधिद्वारा जलं स्वीकरोति। कोशिकायां शोथः आगच्छति तथा च कोशिकाभित्तेः उपरि पीडनं स्थापयति। कोशिकाभित्तेः अपि शोथः आगतः, कोशिकां प्रति समानरूपेण पीडनं स्थापयति। कोशिकाभित्तेः कारणेन पादपकोशिकाः जन्तुकोशिकायाः अपेक्षया परिवर्तनीयस्य माध्यमस्य सरलतया सहनं कर्तुं शक्नुवन्ति।

5.2.3 केन्द्रकम्

भवन्तः स्मरन्तः स्युः एव यत् वयं पलाण्डोः झिल्लिकायाः अस्थायिनीम् अवसर्पिणीं निर्मितवन्तः। वयम् एतस्याः झिल्लिकायाः उपरि जम्बुकीलवणं स्थापितवन्तः आस्म। किमर्थं? यदि विना जम्बुकीम् एव अवसर्पिणीं पश्यामः तर्हि किं दृश्यते? प्रयत्नं कुर्वन्तु तथा च पश्यन्तु कः भेदः अस्ति इति। यदा वयं जम्बुकीमिश्रणं स्थापितवन्तः तदा किं प्रत्येकं कोशिकाः समानरूपेण रञ्जिताः अभवन्?

कोशिकायाः विभिन्नभागाः रासायनिकसंघटनस्य आधारेण विभिन्नरङ्गैः रञ्जिताः भवन्ति। कानिचन क्षेत्राणि अधिकानि रञ्जितानि दृश्यन्ते कानिचन न्यूनानि।

कोशिकां रञ्जयितुं वयं जम्बुकीविलयनम् अतिरिच्य सैफ्रानिन अथवा मेथालीन ब्लू विलयनस्य अपि उपयोगं कर्तुं शक्नुमः।

वयं पलाण्डोः कोशिकां दृष्टवन्तः, आगच्छन्तु अस्माकं शरीरात् स्वीकृतां कोशिकां पश्यामः।

क्रियाकलापः 5.7

- काचस्य एकाम् अवसर्पिणीं स्वीकुर्वन्तु तथा च तस्याः उपरि एकं जलबिन्दुं स्थापयन्तु। पयोहिमं भोक्तुं चमसेन स्वस्य कपोलस्य अन्तः शनैः चर्म घर्षन्तु। किं चमसस्य उपरि किमपि वस्तु श्लिष्टम् अस्ति? सूच्याः साहाय्येन एतत् अवसर्पिण्याः उपरि समानरूपेण प्रसारयन्तु। एतत् रञ्जितुम् एकबिन्दुं मेथलीन ब्लू स्थापयन्तु। सूक्ष्मदर्शनीद्वारा अवलोकनार्थम् अवसर्पिणीं सिद्धा अस्ति। एतस्याः उपरि आवरणपत्रं स्थापयितुं नैव विस्मरन्तु।
- वयं किं पश्यामः? कोशिकानाम् आकृतिः कथम् अस्ति? एताम् आकृतिं कस्मिंश्चित् कर्गदे निर्मान्तु।
- किं भवन्तः कोशिकायाः मध्ये गभीररङ्गमयीं गोलाकाराम् अथवा अण्डाकारां बिन्दुसदृशीं संरचनां पश्यन्तः सन्ति? एषा संरचना केन्द्रकं कथ्यते। किम् एतादृशी एव संरचना पलाण्डोः झिल्लिकायाम् अपि आसीत्?

केन्द्रकं परितः द्विगुणितः स्तरः भवति यः केन्द्रकझिल्लिका कथ्यते। केन्द्रकझिल्लिकायां लघुलघुच्छिद्राणि भवन्ति। एतेषां छिद्राणां माध्यमेन केन्द्रकस्य आन्तरिकं कोशिकाद्रव्यं केन्द्रकात् बहिः गन्तुं शक्नोति। कोशिकाद्रव्यस्य विषये वयं 5.2.4 अनुभागे पठिष्यामः।

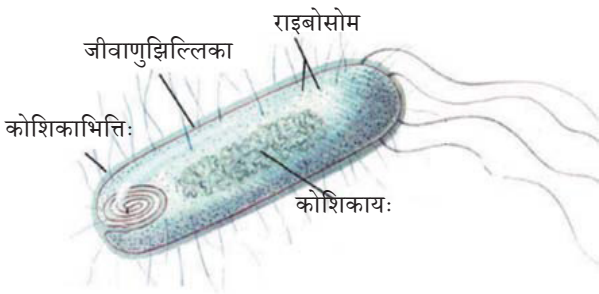
केन्द्रके गुणसूत्रं भवति यत् कोशिकायाः विभाजनस्य समये दण्डाकारेण दृश्यते। गुणसूत्रे आनुवंशिकगुणाः भवन्ति। ये मातुः पितुः च DNA (डिऑक्सी राइबो न्यूक्लीक अम्ल) अणुरूपेण आगामिसंततौ आगच्छन्ति। गुणसूत्रं DNA तथा प्रोभूजिनद्वारा निर्मितं भवति। DNA अणौ कोशिकायाः निर्माणस्य तथा च संघटनस्य सर्वाः आवश्यक्यः सूचनाः भवन्ति। DNA क्रियात्मकः खण्डः वंशाणुः कथ्यते। यस्याः कोशिकायाः विभाजनं न भवति

तस्याम् एषः DNA क्रोमैटिन पदार्थरूपेण विद्यमानं भवति। क्रोमैटिन पदार्थः सूत्रसदृशः रचनायाः किञ्चन जालपिण्डं भवति। यदा कदापि कोशिका विभाज्यमाना भवति तदा एतत् गुणसूत्रे संघटितं भवति।

केषुचित् जीवेषु कोशिकीयजनने केन्द्रकं महत्त्वपूर्णं भूमिकां निर्वहति। एतस्यां प्रक्रियायाम् काचित् एकाकिनी कोशिका विभाजिता भूत्वा नूतनं कोशिकाद्वयं निर्माति। एतत् कोशिकायाः विकासस्य तथा च परिपक्वतायाः निर्धारणं करोति। एवं च सार्धम् एव सजीवकोशिकायाः रासायनिकक्रियाणाम् अपि निर्देशनं करोति।

जीवाणुसदृशेषु केषुचित् जीवेषु कोशिकायाः केन्द्रकीयक्षेत्रम् अतीव न्यूनं स्पष्टं भवति यतोहि एतस्यां केन्द्रकझिल्लिका न भवति। एतादृशे अस्पष्टकेन्द्रकक्षेत्रे केवलं क्रोमैटिनपदार्थः भवति। एतादृशं क्षेत्रं केन्द्रकायः कथ्यते। एतादृशः जीवः यस्य कोशिकासु केन्द्रकझिल्लिका न भवति तत् अकेन्द्रिकं (प्रो=आदिः अथवा पूर्वः कैरियोट = कैरियोन = केन्द्रकं)। येषां जीवानां कोशिकासु केन्द्रकझिल्लिका भवति ते जीवाः सुकेन्द्रिकं कथ्यन्ते।

अकेन्द्रिककोशिकासु 5.4 इतोऽपि अन्य-अधिकांशद्रव्यम् अङ्गकं न भवति यत् सुकेन्द्रिककोशिकासु भवति। एतादृशस्य अङ्गकस्य बहूनि कार्याणि अपि कोशिकाद्रव्यस्य असंघटितभागद्वारा एव क्रियन्ते (5.2.4 अनुभागं पठन्तु)। प्रकाशः संश्लेषजीवाणुषु पर्णशादः झिल्लिकामयेन (स्यूतः इव संरचना) पुटकेन सह भवति किन्तु सुकेन्द्रिककोशिकासु पर्णशादः प्लेस्टिडमध्ये भवति (5.2.5 अनुभागं पश्यन्तु)



चित्रम् 5.4 अकेन्द्रिककोशिका

5.2.4 कोशिकाद्रव्यम्

यदा वयं पलाण्डोः झिल्लिकां तथा च मनुष्यस्य कपोलस्य कोशिकायाः अवसर्पिणीं दृष्टवन्तः तदा वयं

प्रत्येकं कोशिकायां किञ्चन विशालं क्षेत्रं दृष्टवन्तः यत् कोशिकाझिल्लिकाद्वारा आवृतम् आसीत्। एतस्मिन् क्षेत्रे अतीव अल्पः कलङ्कः आसीत्। एतत् कोशिकाद्रव्यं कथ्यते। जीवाणुझिल्लिकायाः अन्तः कोशिकाद्रव्यं कश्चित् तरलपदार्थः अस्ति। एतस्मिन् बहूनि विशिष्टानि कोशिकायाः घटकानि भवन्ति यानि कोशिकायाः अङ्गकानि कथ्यन्ते। प्रत्येकम् अङ्गकं कोशिकायाः कृते विशिष्टं कार्यं करोति। कोशिका-द्रव्यं तथा च केन्द्रकम् उभयं मेलयित्वा जीवद्रव्यं कथ्यते।

कोशिका-अङ्गानि झिल्लिकायुक्तानि भवन्ति। अकेन्द्रिककोशिकासु वास्तविकं केन्द्रकम् अतिरिच्य झिल्लिकायुक्तम् अङ्गकम् अपि न भवति। किन्तु सुकेन्द्रिककोशिकासु केन्द्रकीयझिल्लिका तथा च झिल्लिकायुक्तम् अङ्गकं भवति।

झिल्लिकायाः सार्थकतां विषाणोः उदाहरणेन स्पष्टं कर्तुं शक्नुमः। विषाणौ काचित् अपि झिल्लिका न भवति अतः एव एतस्मिन् जीवनस्य गुणाः तावत् पर्यन्तं लक्षिताः न भवन्ति यावत् पर्यन्तं विषाणुः कस्यचित् सजीवस्य शरीरे प्रविश्य कोशिकायन्त्रस्य उपयोगं कृत्वा स्वस्य बहुगुणनं न करोति।

प्रश्नः

1. किं भवन्तः इदानीम् अधोलिखितायां तालिकायां प्रदत्तं रिक्तं स्थानं पूरयितुं शक्नुवन्ति? येन अकेन्द्रिककोशिकानां तथा च सुकेन्द्रिककोशिकानां मध्ये भेदः स्पष्टः ज्ञायेता।

अकेन्द्रिक-कोशिका	सुकेन्द्रिक कोशिका
1. आकारः प्रायः लघुः (1-10um) 1 m = 10-6m	1. आकारः प्रायः दीर्घः
2. केन्द्रकीयं क्षेत्रम् _____	2. केन्द्रकीयं क्षेत्रम्—सुस्पष्टं, यत् परितः केन्द्रकीयझिल्लिकया आवृतं भवति।
तथा च तत् — कथ्यते।	
3. गुणसूत्रम् — एकम्	3. गुणसूत्रम् एकस्मात् अधिकम्।
4. झिल्लिकायुक्तकोशिका, अङ्गकम् अनुपस्थितम् (5 – 100 um)	4. _____

5.2.5 कोशिका अङ्गकम्

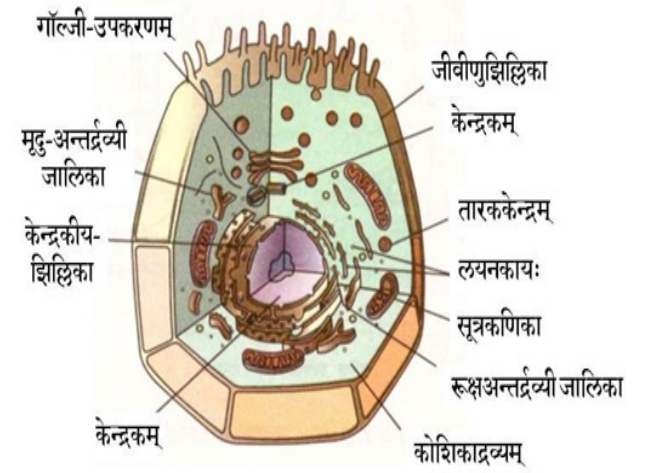
प्रत्येक कोशिकां परितः स्वीया झिल्लिका भवति यतः तत्र स्थिताः पदार्थाः बाह्य-पर्यावरणात् भिन्नतया भवेयुः। दीर्घाणां तथा च जटिलकोशिकानां कृते (यत्र बहुकोशिकजीवानां कोशिकाः सम्मिलिताः भवन्ति) अपि उपापचयिक्रियाणाम् अतीव आवश्यकता भवति। यया जटिलसंरचनायाः कृते तथा च कार्यस्य कृते साहाय्यं कर्तुं शक्येत। एतां विभिन्नप्रकारिकाम् उपापचयिक्रियां भिन्नां भिन्नां स्थापयितुम् एताः कोशिकाः झिल्लिकायुक्तानां लघुलघुसंरचनानां (अङ्गकानाम्) उपयोगं कुर्वन्ति। एषः सुकेन्द्रिककोशिकानां तादृशः गुणः अस्ति यः ताः अकेन्द्रिककोशिकातः भिन्नं स्थापयति। अत्र कानिचन अङ्गकानि केवलं विद्युदणुसूक्ष्मदर्शिन्या एव द्रष्टुं शक्यते।

वयं गते अनुभागे केन्द्रकस्य विषये पठितवन्तः। अन्तर्द्रव्यजालिका, गॉल्जी उपकरणं, लयनकायः, सूत्रकणिका लवकः, तथा च रसधानी, कोशिका-अङ्गकस्य महत्त्वपूर्णानि उदाहरणानि सन्ति यानि आश्रित्य वयं विचारं करिष्यामः। एतानि तदर्थं महत्त्वपूर्णानि सन्ति यतोहि एतानि कोशिकानाम् अतीव निर्णायकं कार्यं कुर्वन्ति।

5.2.5 (i) अन्तर्द्रव्यी जालिका (ER)

अन्तर्द्रव्यी जालिका झिल्लिकायुक्तनलिकानां तथा च पटस्य एकम् अतीव विशालं तन्त्रम् अस्ति। एषा जालिका दीर्घा नलिका अथवा गोलाकारा अथवा आयताकारपुटकम् इव दृश्यते। अन्तर्द्रव्यीजालिकायाः रचना अपि जावाणुझिल्लिका इव समानरूपा भवति। अन्तर्द्रव्यी जालिका द्विधा भवति – रूक्ष-अन्तर्द्रव्यी जालिका (RER) तथा च मृदु-अन्तर्द्रव्यी जालिका (SER)। RER सूक्ष्मदर्शिन्या दर्शनेन रूक्षं दृश्यते यतोहि एतस्याः उपरि राइबोसोम संलग्नं भवति। राइबोसोम उपरि प्रोभूजिनं संश्लिष्टं भवति। RER निर्मितं प्रोभूजिनम् आवश्यकतानुसारं ER द्वारा कोशिकायाः अन्यभागेषु प्रेषयति। SER वसायाः अथवा लिपिड-अणूनां निर्माणे साहाय्यं करोति। एषा कोशिकीयक्रियार्थम् अतीव महत्त्वपूर्णा भवति। किञ्चित्

प्रोभूजिनं तथा च वसा कोशिकाझिल्लिकां निर्मातुं साहाय्यं करोति। एषा प्रक्रिया झिल्लिकाजीवाज्जननं कथ्यते। कानिचन अन्यानि प्रोभूजिनानि तथा च वसा, किण्वकस्य अन्तःस्रावसदृशं कार्यं कुर्वन्ति। यद्यपि विभिन्नकोशिकासु ER भिन्नभिन्नरूपेषु दृश्यते तथापि सदा एव एकस्य जालिकातन्त्रस्य निर्माणं करोति।

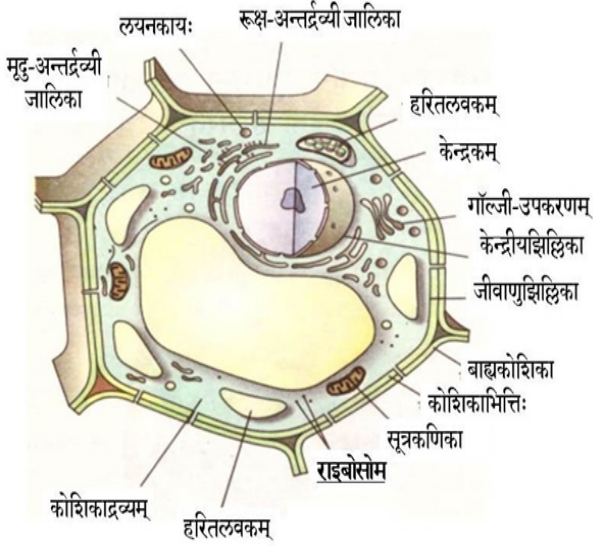


चित्रम् 5.5 जन्तुकोशिका

प्रकारेण ER इत्यस्य कार्यं कोशिकाद्रव्यस्य विभिन्नक्षेत्राणां मध्ये अथवा कोशिकाद्रव्यस्य विभिन्नक्षेत्राणां तथा च केन्द्रकाणां मध्ये पदार्थानां (मुख्यतः प्रोभूजिनस्य) परिवहने नलिकारूपेण कार्यकरणम् अस्ति। ER कोशिकायाः कानिचन जैवानि रासायनिकक्रियाणां कृते कोशिकाद्रव्यीतन्त्रस्य अपि कार्यं कुर्वन्ति। एकस्य वर्गस्य जन्तूनां (या कसेरुकी अपि कथ्यते 7 अध्याये द्रष्टव्यम्) यकृतः कोशिकासु SER विषस्य तथा च औषधस्य निराविषीकरणे महत्त्वपूर्णं भूमिकां निर्वहति।

5.2.5 (ii) गॉल्जी उपकरणम्

गॉल्जी-उपकरणस्य सर्वप्रथमं विवरणं कैमिलो गॉल्जी कृतवान् आसीत्। गॉल्जी-उपकरणं झिल्लिकायुक्तं पुटकम् अस्ति यत् परस्परम् उपरि उपरि समानान्तररूपेण सज्जिता भवति। या कुण्डिका कथ्यते। एतासां झिल्लिकानां सम्पर्कः ER झिल्लिकाभिः सह भवति अतः एव जटिलकोशिकीयझिल्लिकातन्त्रस्य द्वितीयं भागं निर्माति।



चित्रम् 5.6 पादपकोशिका

ER मध्ये संश्लिष्टः पदार्थः गॉल्जी-उपकरणे सम्पुटीक्रियते तथा च कोशिकायाः बहिः अन्तः च विभिन्नक्षेत्रेषु प्रेष्यते। एतस्मिन् कार्ये सम्मिलितम् अस्ति पुटके पदार्थानां संचयनं, रूपान्तरणं तथा च पिधानम्। कासुचित् परिस्थितिषु गॉल्जी-उपकरणे सामान्यशर्करातः जटिलशर्करा निर्मिता भवति। गॉल्जी-उपकरणद्वारा लयनकायस्य अपि निर्माणं कर्तुं शक्यते।

5.2.5 (iii) लयनकायः

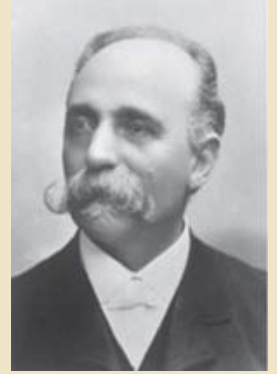
लयनकायः कोशिकायाः अपशिष्टस्य नियन्त्रकं यन्त्रम् अस्ति। लयनकायः बाह्यपदार्थस्य कोशिका-अङ्गकानां छिन्नभिन्नभागानां पाचनं कृत्वा कोशिकां शोधयति। कोशिकायाः अन्तः ये बाह्यपदार्थाः आगच्छन्ति यथा – जीवाणुः अथवा भोजनं तथा च पुरातनम् अङ्गकं लयनकाये गच्छन्ति ये च तान् लघुलघुखण्डेषु भञ्जयन्ति। लयनकाये अतीव शक्तिशालि पाचनकारि किण्वकं भवति यत् सर्वान् कौकिलीयपदार्थान् त्रोटयितुं सक्षमं भवति। कोशिकीयचयापचये व्यवधानकारणेन यदा कोशिका क्षतिग्रस्ता अथवा मृता भवति तदा लयनकायः विदीर्णः भवति तथा च किण्वकं स्वकोशिकानाम् एव पाचनं करोति अतः एव लयनकायः कोशिकायाः “आत्मघाती स्यूतः” अपि कथ्यते। संरचात्मकदृष्ट्या लयनकाये झिल्लिकया

आवृता काचित् संरचना भवति यस्यां पाचककिण्वकं भवति। RER एतत् किण्वकं निर्माति।

कैमिलो

गॉल्जिनः

जन्म 7/07/1843 तमे वर्षे ब्रेसिकायाः समीपे कोटरनो स्थाने अभवत्। सः पावियाविश्वविद्यालये वैद्यकीयम् अधीतवान्। 1865 तमे वर्षे स्नातकानन्तरं सः पावियायां सेंटमेटियो



चिकित्सालये स्वीयम् अध्ययनं प्रवर्तितवान्। तदानीं तस्य सम्पूर्णम् अपि अन्वेषणं तन्त्रिकातन्त्रेण सम्बद्धम् आसीत्। 1872 तमे वर्षे सः एबियाटेग्रेसोनामकस्य कस्यचित् दीर्घकालिकस्य रोगस्य चिकित्सालये मुख्यचिकित्सापदाधिकारिणः पदभारं गृहीतवान्। सः सर्वप्रथमं स्वीयम् अन्वेषणं एतस्य चिकित्सालयस्य पाकशालायां तन्त्रिकातन्त्रस्य उपरि कृतवान्। सः एतां लघुपाकशालां प्रयोगशालां कृतवान् आसीत्। तस्य अतीव महत्त्वपूर्णं कार्यम् एतत् आसीत् यत् सः केवलं तन्त्रिकां तथा च कोशिकासंरचनाम् अभिरञ्जितां कर्तुं क्रान्तिकारिविधिं प्रदत्तवान्। एषः विधिः “ब्लैक रिएक्शन” नाम्ना विख्यातः अभवत्। एतस्मिन् विधौ सः रजतभूयीयस्य तनुमिश्रणस्य उपयोगं कृतवान् आसीत् तथा च विशेषतः एतत् कोशिकानां मृदुशाखानां प्रक्रियायाः मार्गस्य ज्ञाने महत्त्वपूर्णम् आसीत्। सम्पूर्णजीवने सः एतस्याम् एव दिशि कार्यं कृतवान् तथा च एतं विधिं परिष्कृतवान्। गॉल्जी स्वस्य शोधस्य कृते उच्चतम-उपाधिं तथा च पुरस्कारं प्राप्तवान्। 1906 तमे वर्षे एषः सैंटियागोरेमानोकजालेन सह संयुक्तरूपेण तन्त्रिकातन्त्रस्य संरचनाकार्यस्य कृते नोबेलपुरस्कारेण सम्मानितः।

5.2.5 (iv) सूत्रकणिका

सूत्रकणिका कोशिकायाः विद्युत्गृहम् अस्ति। जीवनस्य कृते आवश्यकविभिन्नक्रियाः कर्तुं सूत्रकणिका ATP

(एडिनोसिन ट्राइफॉस्फेट) रूपेण ऊर्जाप्रदानं करोति। ATP कोशिकायाः ऊर्जा अस्ति। शरीरं नूतनस्य रासायनिकयौगिकस्य निर्माणाय तथा च यान्त्रिककार्याय ATP मध्ये संचित-ऊर्जायाः उपयोगं करोति। सूत्रकणिकायां द्विगुणिता झिल्लिका भवति। बाह्यझिल्लिका छिद्रिता भवति। आन्तरिकी झिल्लिका अतीव वलिता भवति। एषः वलयः ATP निर्माणकरासायनिकक्रियार्थं किञ्चन विशालं क्षेत्रं भवति।

गुणसूत्रम् अतीव अद्भुतम् अङ्गकम् अस्ति यतोहि एतस्मिन् तस्य स्वीयं DNA तथा च राइबोसोम भवति। अतः सूत्रकणिका स्वीयं किञ्चन प्रोभूजिनं स्वयम् एव निर्माति।

5.2.5 (v) लवकः

लवकः केवलं पादपकोशिकासु स्थितः भवति। लवकः द्विप्रकारकः भवति क्रोमोप्लास्ट (वर्णमयः लवकः) तथा च अवर्णीलवकः (श्वेतः तथा च वर्णहीनः लवकः) यस्मिन् लवके पर्णशादवर्णकं भवति तत् हरितलवकः कथ्यते। पादपेषु हरितलवकः प्रकाशसंश्लेषणाय अतीव आवश्यकः भवति। हरितलवके पर्णशादम् अतिरिच्य विभिन्नं पीतम् अथवा नारङ्गं वर्णकं भवति। अवर्णीलवकः प्राथमिकरूपेण अङ्गकम् अस्ति यस्मिन् श्वेतसारः तैलं तथा च प्रोभूजिनसदृशाः पदार्थाः संचिताः भवन्ति।

लवकस्य आन्तरिकरचनायां बहवः झिल्लिकायुक्तस्तराः भवन्ति ये स्ट्रोमामध्ये स्थिताः भवन्ति। लवकः बाह्यरचनायां सूत्रकणिका इव भवति। सूत्रकणिकायाम् इव लवके अपि स्वस्य DNA तथा च राइबोसोम भवति।

5.2.5 (iv) रसधान्यः

रसधान्यः सघनपदार्थानां तथा च तरलपदार्थानां संग्राहिकाः गोण्यः सन्ति। जन्तुकोशिकासु रसधान्यः लघ्व्यः भवन्ति किन्तु पादपकोशिकासु रसधान्यः अतीव विशालाः भवन्ति। केषाञ्चन पादपानां कोशिकायाः केन्द्रीयरसधानीनां मापः

कोशिकायाः आयतनस्य 50%तः 90% पर्यन्तं भवति। पादपकोशिकानां रसधानीषु कोशिकाद्रव्यं पूर्णं भवति तथा च एताः कोशिकाः स्फीतिं तथा च कठोरतां प्रददति। पादपानां कृते बहवः आवश्यकपदार्थाः रसधान्यां स्थिताः भवन्ति। एते पदार्थाः अमीनो अम्लः, शर्करा, विभिन्नकोकिलीय-अम्लः, तथा च कानिचन प्रोभूजिनानि सन्ति। एककोशिकजीवानां यथा (अमीबा) खाद्यं रसधान्यां तस्य माध्यमेन उपभोगे आनीताः खाद्यपदार्थाः भवन्ति। केषुचित् एककोशिकजीवेषु विशिष्टरसधान्यः अतिरिक्तजलस्य तथा च अपशिष्टपदार्थस्य शरीरात् बहिः निष्कासने महत्त्वपूर्णभूमिकां निर्वहन्ति।

प्रश्नः

1. किं भवन्तः द्वयोः अङ्गकयोः नाम वक्तुं शक्नुवन्ति ययोः स्वीयः आनुवंशिकः पदार्थः भवति।
2. यदि कस्याश्चित् कोशिकायाः संघटनं केनचित् भौतिकेन अथवा रासायनिकस्य प्रभावस्य कारणेन नष्टं भवति तर्हि किं भविष्यति?
3. लयनकायः आत्मघातिस्यूतः किमर्थं कथ्यते?
4. कोशिकायाः अन्तः प्रोभूजिनस्य संश्लेषणं कुत्र भवति?

प्रत्येकं कोशिकायाः स्वीया काचित् संरचना भवति यस्याः माध्यमेन ताः विशिष्टं कार्यं यथा – श्वसनं, पोषणं, तथा च अपशिष्टानां पदार्थानाम् उत्सर्जनम् अथवा नूतनप्रोभूजिनस्य निर्माणे सहायतां कुर्वन्ति। एवं तासां झिल्लिकायाः तथा च अङ्गकानां विशिष्टसंरचनायाः कारणेन सम्भवति।

अतः कोशिका सजीवानां किञ्चन मूलभूतं घटकम् अस्ति। एषा जीवनस्य किञ्चन मूलभूतं क्रियात्मकं घटकम् अपि अस्ति।

भवन्तः



किम् अधिगतवन्तः

- कोशिका जीवनस्य मूलभूतं संरचनात्मकं घटकम् अस्ति।
- कोशिकां परितः जीवाणुझिल्लिका भवति। एषा झिल्लिका वसाद्वारा तथा च प्रोभूजिनद्वारा निर्मिता भवति।
- कोशिकाझिल्लिका कोशिकायाः सक्रियः भागः अस्ति। एषा पदार्थानां गतिं कोशिकायाः आन्तरिकेण तथा च बाह्यवातावरणेन नियमितां करोति।
- पादपकोशिकायां कोशिकाझिल्लिकां परितः काचित् कोशिकाभित्तिः भवति। कोशिकाभित्तिः कोशाध्वेदेन निर्मिता भवति।
- पादपस्य कोशिकासु स्थिता कोशिकाभित्तिः मधुरिका तथा च जीवाणुकोशिकाम् अल्पपरासरणे पीडनमिश्रणे विना विदीर्णतां स्थातुं ददाति।
- सुकेन्द्रिकमध्ये केन्द्रकं द्विगुणितझिल्लिकाद्वारा कोशिकाद्रव्यात् भिन्नं भवति। एतत् कोशिकायाः जीवनप्रक्रियायाः निर्देशनं करोति।
- ER अन्तःकोशिकीयपरिवहनस्य तथा च उत्पादकस्तरस्य रूपेण कार्यं करोति।
- गॉल्जी-उपकरणं झिल्लिकायुक्तपुटकानां स्तम्भः अस्ति। एतत् कोशिकासु निर्मितानां पदार्थानां संचयनं, रूपान्तरणं तथा च बन्धनं करोति।
- प्रायः पादपकोशिकासु झिल्लिकायुक्त-अङ्गकं यथा – लवकः भवति। एतत् द्विप्रकारकं भवति – क्रोमोप्लास्ट तथा च अवर्णीलवकः ।
- क्रोमोप्लास्ट यस्मिन् पर्णशादः भवति तत् क्लोरोप्लास्ट कथ्यते। एतत् प्रकाशसंश्लेषणम् अपि करोति।
- अवर्णीलवकस्य प्राथमिककार्यं संचयकरणम् अस्ति।
- प्रायः परिपक्वपादपकोशिकासु काचित् दीर्घा केन्द्रीयरसधानी भवति। एषा कोशिकायाः स्फीतिं सुरक्षितां स्थापयति तथा च एषा अपशिष्टपदार्थेन सार्धं महत्त्वपूर्णपदार्थानां संचयं करोति।
- अकेन्द्रिककोशिकासु किमपि झिल्लिकायुक्तम् अङ्गकं न भवति। तस्य गुणसूत्रस्य स्थाने न्यूक्लीक अम्लं भवति तथा च तस्मिन् केवलं राइबोसोम अङ्गकरूपेण भवति।



अभ्यासः

1. पादपकोशिकायाः जन्तुकोशिकायाः च मध्ये तुलनां कुर्वन्तु।
2. अकेन्द्रिककोशिकाः सुकेन्द्रिककोशिकातः केन प्रकारेण भिन्नाः भवन्ति?
3. यदि जीवाणुझिल्लिका विदीर्णा भवेत् अथवा भग्ना भवेत् तर्हि किं भविष्यति?
4. यदि गॉलजी-उपकरणं न भवेत् तर्हि कोशिकायाः जीवने किं भवेत्?
5. कोशिकायाः किम् अङ्गं विद्युत्-गृहम् अस्ति? तथा च किमर्थम्?
6. कोशिकाझिल्लिकायाः निर्माणकारकवसायाः तथा च प्रोभूजिनस्य संश्लेषणं कुत्र भवति?
7. अमीबा स्वस्य भोजनं कथं प्राप्नोति?
8. परासरणं किम् अस्ति?
9. अधोलिखितपरासरणप्रयोगं कुर्वन्तु-
लुञ्चितस्य अर्ध-आलुकस्य चतुरः खण्डान् स्वीकुर्वन्तु, एतान् चतुरः अपि रिक्तान् कुर्वन्तु यतः आलुकस्य कंसः निर्मितः भवेत्। एतेषु एकः कंसः पक्वे आलुके निर्माणीयः। आलुकस्य प्रत्येकं कंसः जलमये पात्रे स्थापनीयः। इदानीम्
(a) क-कंसं रिक्तं स्थापयन्तु।
(b) ख-कंसे एकचमसमितां शर्करां स्थापयन्तु।
(c) ग-कंसे एकचमसमितं लवणं स्थापयन्तु।
(d) पक्वेन आलुकेन निर्मिते घ-कंसे एकचमसमितां शर्करां स्थापयन्तु।
आलुकस्य एतान् चतुरः अपि कंसान् घण्टाद्वयं यावत् स्थापयित्वा तेषाम् अवलोकनं कुर्वन्तु तथा च अधोलिखितप्रश्नानाम् उत्तरं ददन्तु।
(i) ख तथा च ग इत्यस्य रिक्ते भागे जलं किमर्थम् एकत्र अभवत्? एतस्य वर्णनं कुर्वन्तु।
(ii) क आलुकम् एतस्य प्रयोगस्य कृते किमर्थं महत्त्वपूर्णम् अस्ति?
(iii) क तथा च घ आलुकस्य रिक्ते भागे जलम् एकत्र किमर्थं न अभवत्? एतस्य वर्णनं कुर्वन्तु।

अध्यायः 6

ऊतकम् (Tissues)

वयं गते अध्याये पठितवन्तः यत् सर्वे अपि जीविताः प्राणिनः तथा च पादपाः कोशिकाद्वारा विनिर्मिताः सन्ति। एककोशिकजीवेषु सर्वाणि अपि मौलिककार्याणि एकया एव कोशिकया क्रियन्ते। यथा – अमीबायाम् एकया कोशिकया एव गतिः, भोजनस्य आदानक्रिया, श्वसनक्रिया, उत्सर्जनक्रिया च सम्पन्नाः भवन्ति। किन्तु बहुकोशिकजीवेषु लक्षशः कोशिकाः भवन्ति। एतासु प्रायः कोशिकाः कानिचन एव कार्याणि कर्तुं सक्षमाः भवन्ति। प्रत्येकं विशेषं कार्यं कोशिकायाः विभिन्नगणद्वारा क्रियते। कोशिकायाः एते गणाः किञ्चन विशिष्टं कार्यम् एव अतीव दक्षतापूर्वकं सम्पन्नं कर्तुं सक्षमाः भवन्ति। मनुष्येषु पेशीयकोशिकायाः प्रसरणं संकोचः च भवति येन गतिः भवति। तन्त्रिकाकोशिकाः सन्देशानां वाहिकाः भवन्ति। रक्तस्य, प्राणवायोः, भोजनस्य, अन्तःस्रावस्य, तथा च अपशिष्टपदार्थानां वहनं कुर्वन्ति। पादपेषु वाहकनलिकया सम्बद्धाः कोशिकाः भोजनं जलं च एकस्मात् स्थानात् अन्यत् स्थानं प्रति नयन्ति, अतः बहुकोशिकजीवेषु श्रमविभाजनं भवति। शरीरस्य अन्तः एतादृश्यः कोशिकाः, याः एकप्रकारकं कार्यं सम्पन्नं कर्तुं सक्षमाः भवन्ति ताः सर्वदा एव एकस्मिन् गणे भवन्ति। एतेन ज्ञायते यत् शरीरस्य अन्तः एकं निश्चितं कार्यं एकस्मिन् निश्चिते स्थाने कोशिकायाः विशिष्टगणद्वारा सम्पन्नं क्रियते। कोशिकायाः एषः समूहः ऊतकं कथ्यते। एतत् ऊतकम् अतीव दक्षतया कार्यं कर्तुं कस्मिंश्चित् विशिष्टे क्रमे व्यवस्थितं भवति। रक्तं, पोषवाहः तथा च पेशी ऊतकस्य उदाहरणानि सन्ति।

एताः कोशिकाः याः आकृत्या एकसमानाः भवन्ति तथा च किमपि कार्यम् एकसार्धं सम्पन्नं कुर्वन्ति, ताः गणे एकस्य ऊतकस्य निर्माणं कुर्वन्ति।

6.1 किं पादपाः जन्तवः च एकप्रकारकेण एव ऊतकेन निर्मिताः भवन्ति?

आगच्छन्तु वयं विभिन्न-ऊतकानां संरचनानां तथा च तेषां कार्याणां तुलनां कुर्मः। किं पादपानां जन्तूनां च संरचनाः समानाः भवन्ति? किम् उभौ अपि समानरूपेण कार्यं कुरुतः?

द्वयोः अपि भेदः स्पष्टः भवति। पादपाः स्थिराः भवन्ति ते गतिं न कुर्वन्ति। तेषाम् अधिकाधिकम् ऊतकं सहयोगि भवति तथा च पादपानां कृते संरचनात्मकशक्तिं प्रददाति। एतादृशम् अधिकाधिकम् ऊतकं मृतं भवति। एतत् मृतम् ऊतकं जीवितम् ऊतकम् इव यान्त्रिकशक्तिं प्रददाति तथा च तस्य कृते न्यून-अनुरक्षणस्य आवश्यकता भवति।

अपरत्र जन्तवः भोजनस्य मित्रस्य आश्रयस्य च अन्वेषणे इतस्ततः विचरणं कुर्वन्ति। एते पादपानाम् अपेक्षया ऊर्जायाः अधिकम् उपभोगं कुर्वन्ति। जन्तूनाम् अधिकाधिकम् ऊतकं जीवितं भवति।

जन्तूनां पादपानां च मध्ये तेषां वृद्धेः प्रतिरूपे इतोऽपि काचित् भिन्नता भवति। पादपानां वृद्धिः केषुचित् क्षेत्रेषु एव सीमिता भवति किन्तु जन्तुषु एवं नास्ति। पादपानां किञ्चन ऊतकं आजीवनं विभज्यमानं भवति। एतादृशम् ऊतकं केषुचित् क्षेत्रेषु एव सीमितं भवति। ऊतकस्य विभाजनक्षमतायाः आधारेण एव पादपानां ऊतकस्य (पादप-ऊतकस्य) वर्गीकरणं क्रियते - वृद्धिः अथवा विभज्योतकं तथा च स्थायि ऊतकम्। जन्तुषु कोशिकावृद्धिः अधिकसमाना भवति अतः जन्तुषु विभाज्यस्य तथा च अविभाज्यक्षेत्रस्य कापि निश्चिता सीमा न भवति।

अङ्गानां तथा च अङ्गतन्त्राणां संरचनात्मकं संघटनं जटिलपादपानाम् अपेक्षया जटिलजन्तुषु अतीव

विशिष्टं तथा च सीमितं भवति। एषः मूलभेदः जीवधारिणां द्वयोः महत्त्वपूर्णयोः गणयोः जीवनयापनस्य विभिन्नां रीतिं दर्शयति विशेषतया एतेषां भोजनकरणस्य प्रक्रियायाम्। संरनात्मकं संघटनम् एकत्र केषाञ्चित् पादपानां गतिहीनस्य अस्तित्वस्य तथा च अपरत्र जन्तूनां प्रचलनस्य कृते अङ्गतन्त्राणां विकासार्थं विभिन्नप्रकारेण अनुकूलितं भवति।

जटिलजन्तूनां तथा च पादपानां सन्दर्भे इदानीं वयम् ऊतकस्य अवधारणायाः विषये विस्तृतचर्चां करिष्यामः।

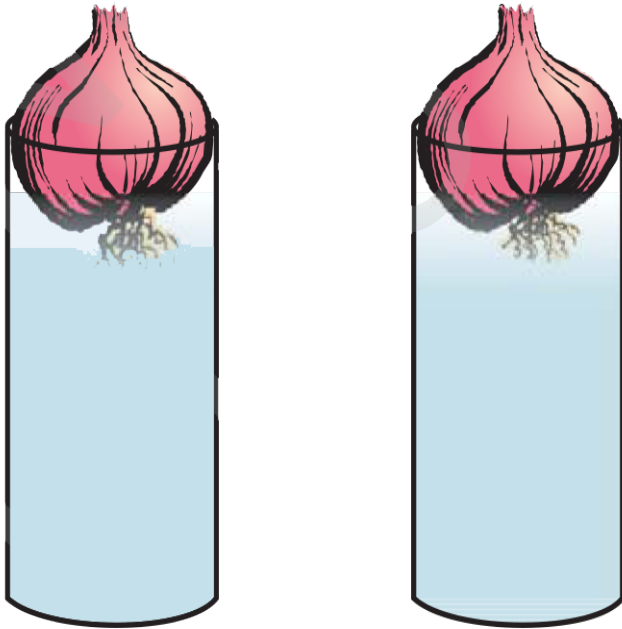
प्रश्नः

1. ऊतकं किम् अस्ति?

2. बहुकोशिकजीवेषु ऊतकस्य कः उपयोगः?

6.2 पादप-ऊतकम्

6.2.1 विभोज्योतकम्



करणक:1

करणक:2

चित्रम् 6.1 पलाण्डोः मूले वृद्धिः

क्रियाकलापः 6.1

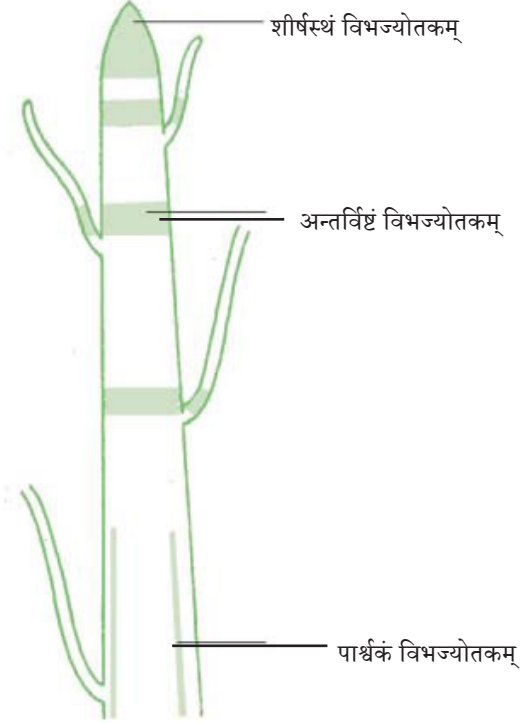
- काचस्य करण्डकद्वयं स्वीकरणीयं तथा च तत्र जलं पूरणीयम्।
- इदानीं पलाण्डुद्वयं स्वीकरणीयं तथा च द्वयोः अपि करण्डयोः उपरि एकैकः पलाण्डुः स्थापनीयः, यथा चित्रे 6.1 दर्शितम् अस्ति।
- कानिचन दिनानि द्वयोः अपि पलाण्डवोः मूलस्य दीर्घतायाः मापनं करणीयम्।
- प्रथमे, द्वितीये, तृतीये च दिने मूलस्य दीर्घतायाः मापनं करणीयम्।
- द्वितीये करण्डके स्थापितस्य पलाण्डोः मूलस्य चतुर्थे दिने 1 प्राङ्गुलं कर्तनीयम्। तदनन्तरं द्वयोः करण्डकयोः मध्ये स्थापितस्य पलाण्डोः मूलस्य दीर्घतायाः पञ्च दिनानि यावत् निरीक्षणं करणीयं तथा च तत्र जातस्य प्रतिदिनं वृद्धेः मापनस्य अधः तालिकायां लेखनं करणीयम्।

दीर्घता	प्रथमदिनम्	द्वितीयदिनम्	तृतीयदिनम्	चतुर्थदिनम्	पञ्चमदिनम्
करणकः 1					
करणकः 2					

- उपरितनं निरीक्षणं पश्यन्तः अधस्तनप्रश्नानाम् उत्तरं ददतु –
 1. कस्मिन् करण्डके स्थापितस्य पलाण्डोः मूलम् अधिकं दीर्घम् अभवत्?
 2. मूलस्य उपरितनभागस्य कर्तनान्तरम् अपि किं सः वृद्धिं करोति?
 3. यदा वयं द्वितीये करण्डके स्थापितस्य पलाण्डोः मूलस्य उपरितनभागं कर्तयामः तदा सः वृद्धिं न करिष्यति, किमर्थम्?

पादपेषु वृद्धिः केषुचित् निश्चितेषु क्षेत्रेषु एव भवति। एवं विभाजित-ऊतकानां तेषु भागेषु प्राप्तिकारणेन भवति। एतादृशम् ऊतकं विभज्योतकम् अपि कथ्यते। एतत् विभज्योतकं कस्मिन् भागे स्थितम् अस्ति? विभज्योतकानां उपस्थितिवतां क्षेत्राणाम् आधारेण एतस्य शीर्षस्थे पार्श्विके तथा च अन्तर्विष्टे भागे वर्गीकरणं क्रियते 6.2 चित्रे। विभज्योतकद्वारा निर्मितनूतनकोशिकाः प्रारम्भे

विभज्योतकम् इव भवन्ति किन्तु यदा एतत् वर्धते परिपक्वं च भवति तदा एतस्य गुणेषु शनैः शनैः परिवर्तनं भवति तथा च एतत् अन्य-ऊतकस्य घटकरूपेण विभक्तं भवति।



चित्रम् 6.2 कस्मिंश्चित् पादपे विभज्योतकस्य स्थितिः

प्ररोहस्य शीर्षस्थविभज्योतकं मूलस्य तथा च काण्डस्य वृद्धिमतां भागे विद्यमानं भवति तथा च एतस्य

दीर्घतायाः वृद्धिं करोति। काण्डस्य परिधौ अथवा मूले वृद्धिपार्श्विकविभज्योतकस्य (कैबियम) कारणेन भवति। अन्तर्विष्टं विभज्योतकं पत्राणाम् आधारेण अथवा शाखायाः पर्व उभयतः उपस्थितं भवति।

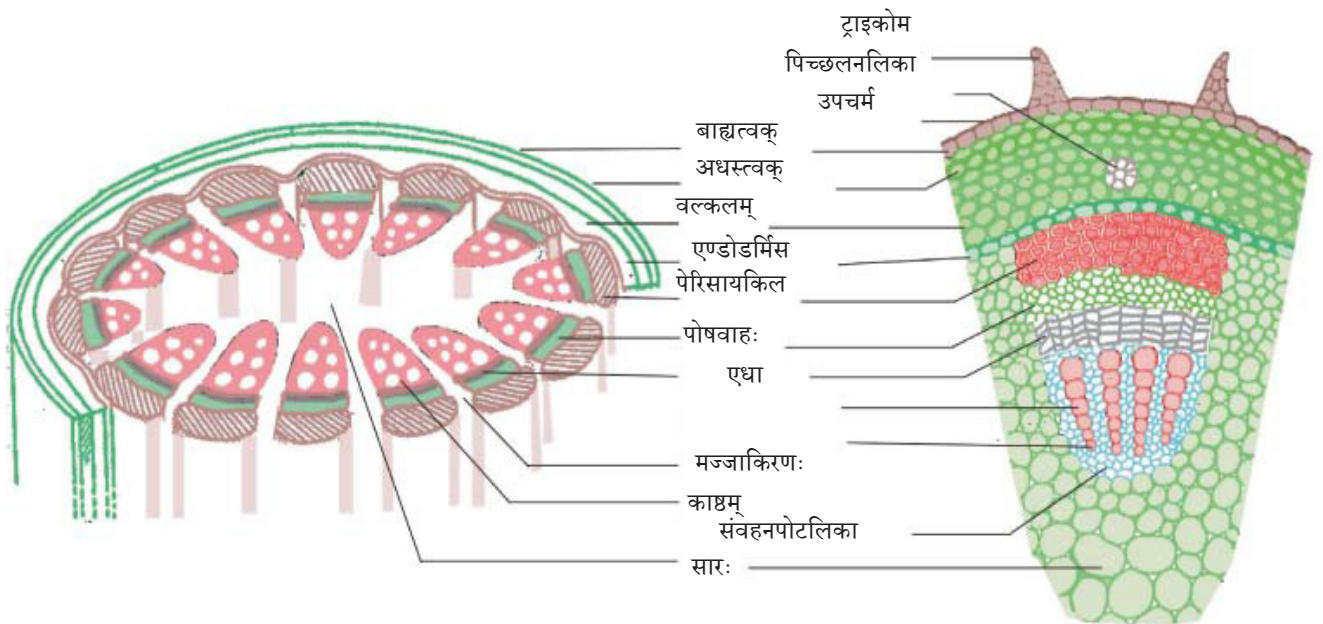
एतस्य ऊतकस्य कोशिकाः अतीव क्रियाशीलाः भवन्ति तासां पार्श्वे बहु अधिकं कोशिकाद्रव्यं, कृशकोशिकाभित्तिः, तथा च स्पष्टकेन्द्रकाणि भवन्ति। तासां पार्श्वे रसधानी न भवति। किं वयं चिन्तयितुं शक्नुमः यत् तासां पार्श्वे रसधानी किमर्थं न भवति? (भवन्तः कोशिकानाम् उपरि आधारिते अध्याये उल्लिखितानां रसधानीनां कार्यस्य संज्ञानं स्वीकर्तुम् अर्हन्ति।)

6.2.2 स्थायि ऊतकम्

विभज्योतकद्वारा निर्मितकोशिकानां किं भवति? एताः किञ्चन विशिष्टं कार्यं कुर्वन्ति तथा च विभाजनशक्तिं मुञ्चन्ति यस्य फलस्वरूपेण ताः स्थायि-ऊतकस्य निर्माणं कुर्वन्ति। एतेन प्रकारेण किञ्चन विशिष्टं कार्यं कर्तुं स्थायिरूपस्य तथा च आकारस्य स्वीकरणप्रक्रिया विभेदीकरणं कथ्यते। विभज्योतकस्य कोशिकाः विभक्ताः भूत्वा विभिन्नप्रकारकस्य स्थायि-ऊतकस्य निर्माणं करोति।

क्रियाकलापः 6.2

- कस्यचित् पादपस्य काण्डं स्वीकुर्वन्तु तथा च स्वस्य शिक्षकस्य साहाय्येन तस्य कृशम् उपविभागं कर्तयन्तु।



चित्रम् 6.3 काण्डस्य उपविभागः

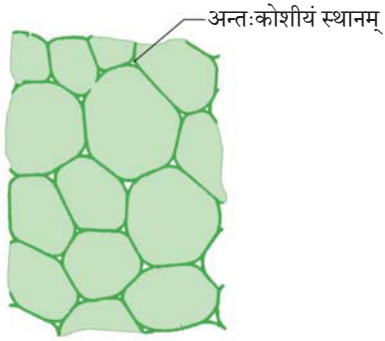
- इदानीं सर्वम् अपि उपविभागं सेप्रेनिनद्वारा रञ्चयन्तु। एकं समीचीनतया कर्तितम् उपविभागम् अवसर्पिण्याः उपरि स्थापयन्तु तथा च तस्य उपरि ग्लिसरीनस्य एकं बिन्दुं स्थापयन्तु।
- तत् आवरणखण्डेन आच्छादयन्तु तथा च अवसर्पिण्याः निरीक्षणं सूक्ष्मदर्शिन्या कुर्वन्तु। विभिन्नकोशिकानाम् अध्ययनं कुर्वन्तु तथा च तासां विन्यासं पश्यन्तु। 6.3 चित्रेण सह तुलनां कुर्वन्तु। इदानीम् अधः दत्तानां प्रश्नानाम् उपरि विचारं कुर्वन्तु
- तथा च निरीक्षणस्य आधारेण तेषाम् उत्तरं ददतु –
 1. किं सर्वासां कोशिकानां संरचनाः समानाः सन्ति?
 2. कति विधाः कोशिकाः द्रष्टुं शक्यन्ते?
 3. किं वयं तेषां कारणानि आश्रित्य विचारं कर्तुं शक्नुमः यत् कोशिकानाम् एतावन्तः प्रकाराः

किमर्थं सन्ति?

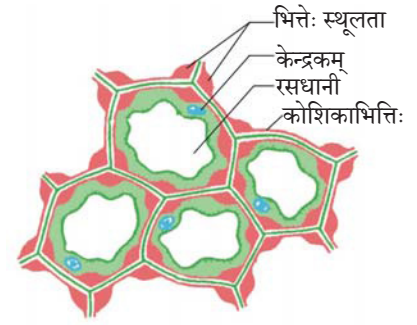
- वयं पादपानां मूलस्य उपविभागं कर्तयितुं प्रयासं कर्तुं शक्नुमः। वयं विभिन्नपादपानां मूलस्य तथा च काण्डस्य उपविभागम् अपि कर्तयितुं शक्नुमः।

6.2.2(1) सरलस्थायि ऊतकम्

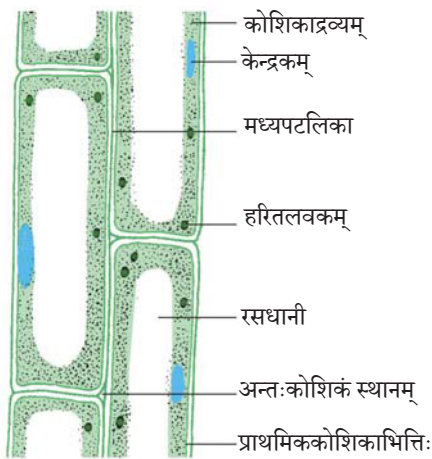
कोशिकानां केचन स्तराः ऊतकस्य आधारीयबन्धस्य निर्माणं कुर्वन्ति। एतत् जीवतक- ऊतकं कथ्यते यत् स्थायि-ऊतकस्य कश्चन प्रकारः अस्ति। एषः कृशकोशिकाभित्तिमयीभिः सरलकोशिकाभिः निर्मितः भवति। एताः कोशिकाः जीविताः सन्ति। एताः प्रायः बन्धनमुक्ताः भवन्ति तथा च एतादृशस्य ऊतकस्य कोशिकानां मध्ये पर्याप्तं रिक्तं स्थानं प्राप्यते 6.4 क.(1) चित्रे। एतत् ऊतकं पादपानां सहायतां करोति तथा च भोजनस्य भण्डारणं करोति।



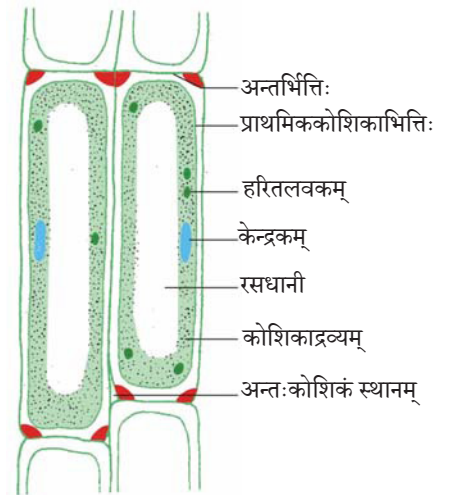
क (1)



ख(2)

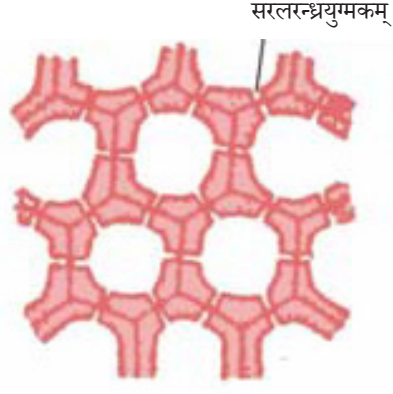


क(1)

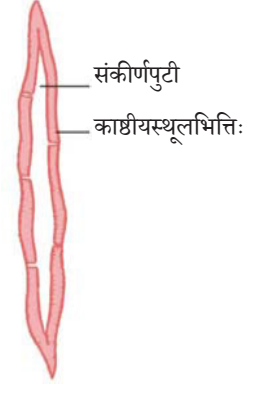


ख(2)

चित्रम् 6.4 विभिन्नप्रकारकं सरलम् ऊतकम् (क) जीवतकम् (1) अनुप्रस्थः अनुविभागः (2) अनुदैर्घ्य-अनुविभागः (ख) कॉलेन्काइमा (1) अनुप्रस्थः अनुविभागः (2) अनुदैर्घ्य-अनुविभागः (ग) स्कलेरेंकाइमा (1) अनुप्रस्थः अनुविभागः (2) अनुदैर्घ्य-अनुविभागः।



c (i)



c (ii)

चित्रम् 6.4 (c) स्कलेरेन्काइमा (i) अनुप्रस्थ सैक्शन (ii) अनुदैर्घ्य सैक्शन

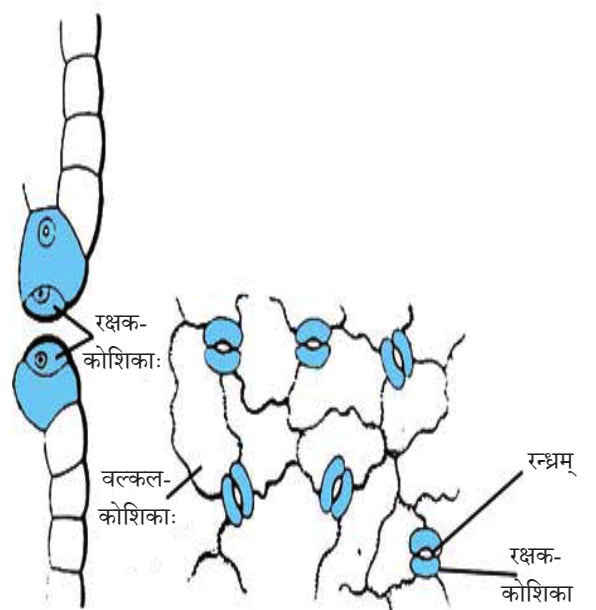
केषुचित् जीवतक-ऊतकेषु पर्णशादः प्राप्यते यस्य कारणेन प्रकाशस्य क्रिया सम्पन्ना भवति। स्थितिषु एतत् ऊतकं हरित-ऊतकम् कथ्यते। जलीयपादपेषु जीवतकस्य कोशिकानां मध्ये वायोः विशालाः गुहाः भवन्ति याः पादपानां कृते तरणार्थम् उत्प्लावनबलं ददति। एतादृशं जीवतकं वायूतकं कथ्यते। काण्डस्य तथा च मूलस्य जीवतकं पोषकपदार्थस्य तथा च जलस्य अपि संग्रहणं करोति। पादपेषु मृदुलता अन्यस्थायि-ऊतकस्य कॉलेन्काइमा कारणेन भवति। एतत् पादपस्य विभिन्नभागेषु विना त्रोटनं मृदुलताम् आनयति। एतत् पादपानां कृते यान्त्रिकसहायताम् अपि प्रददाति। वयम् एतत् ऊतकं वल्कलस्य अधः पर्णवृत्ते प्राप्तुं शक्नुमः। एतस्य ऊतकस्य कोशिकाः जीविताः दीर्घाः तथा च अनियमितरूपेण कोणेषु स्थूलाः भवन्ति तथा च कोशिकानां मध्ये अतीव न्यूनं स्थानं भवति [6.4 (ख) चित्रे]।

किञ्चन अन्यप्रकारकम् ऊतकं स्कलेरेन्काइमा भवति। एतत् ऊतकं पादपान् कठोरान् तथा च दृढान् करोति। वयं नारिकेलस्य तुषं दृष्टवन्तः, एतत् स्कलेरेन्काइमा ऊतकद्वारा निर्मितं भवति। एतस्य ऊतकस्य कोशिकाः मृताः भवन्ति। एतत् दीर्घं तथा च कृशं भवति यतोहि एतस्य ऊतकस्य भित्तिः लिग्निनकारणेन स्थूला भवति। (लिग्निन कोशिकानां दृढीकरणाय वज्रचूर्णस्य कार्यकारकः रासायनिकपदार्थः अस्ति) एताः भित्तयः एतावत्यः स्थूलाः

भवन्ति यत् कोशिकायाः अन्तः किमपि आन्तरिकं स्थानं न भवति [चित्रे 6.4 (ग)]। एतत् ऊतकं काण्डे, संवहनबन्धस्य समीपे, पर्णानां शीर्षिकेषु, बीजेषु तथा च फलानां कठोरत्वचि उपस्थितं भवति। एतत् पादपानां भागेभ्यः दृढतां प्रददाति।

क्रियाकलापः 6.3

- रियोपादपस्य प्रत्यग्रं त्रोटितं पर्णं स्वीकुर्वन्तु।
- एतत् पीडयित्वा तथा त्रोटयन्तु यथा पर्णस्य त्वक् भिन्ना भिन्ना आगच्छेत्।



चित्रम् 6.5 द्वारकोशिकाः तथा च वल्कलकोशिकाः –

(क) पार्श्वदृश्यम् (ख) पृष्ठदृश्यम्।

- यदा एतस्य त्रोटनं कुर्मः तदा तत् सावधानतया कर्षित्वा स्थापनीयम् अतः काश्चन त्वचः कानिचन चर्माणि च बहिर्गतानि भविष्यन्ति।
 - एतां त्वचं भिन्नां कृत्वा जलेन पूर्णं पैट्रिडिशमध्ये स्थापयन्तु।
 - अत्र काश्चन बिन्दून् सेफ्रेनिनविलयनस्य स्थापयन्तु।
 - किञ्चित् कालानन्तरं (प्रायः निमेषद्वयानन्तरं) त्वचम् अवसर्पिण्याः उपरि स्थापयन्तु तथा च शनैः शनैः आवरणखण्डेन आच्छादयन्तु।
- एतस्य सूक्ष्मदर्शिन्या अवलोकनं कुर्वन्तु।

भवन्तः यत् पश्यन्तः सन्ति तत् कोशिकानां सर्वबाह्यस्तरवल्कलम् अस्ति। शुष्कस्थानेषु उपलभ्यमाने पदे वल्कलं स्थूलं भवितुम् अर्हति। एतत् जलस्य हानिं न्यूनीकृत्य पादपानां रक्षां करोति। पादपानां सम्पूर्णः अपि स्तरः वल्कलेन आच्छादितः भवति। एषः पादपानां सर्वेषां बाह्यभागानां रक्षां करोति। बाह्यत्वक्-कोशिका पादपानां बाह्यस्तरे प्रायः सिक्थम् इव प्रतिरोधिस्तरं निर्माति। एषा जलहानेः विरुद्धयान्त्रिक-आघातस्य तथा च परजीविकवकस्य प्रवेशात् पादपानां रक्षां करोति यतोहि एपीडर्मलकोशिकानाम् उत्तरदायित्वं रक्षायाः अस्ति अतः एतस्याः अधिकांशकोशिकाः केनचित् अन्तर्कोशिकीयेन स्थानेन विना अविच्छिन्नं स्तरं निर्माति। अधिकांशएपीडर्मलकोशिकाः अपेक्षाकृताः समाः भवन्ति। सामान्यतः तासां बाह्याः तथा च पार्श्वभित्तयः आन्तरिकभित्तेः स्थूलाः भवन्ति।

पर्णस्य वल्कले वयं लघु लघु छिद्रं द्रष्टुं शक्नुमः एतत् छिद्रं स्तोमेटाछिद्रं कथ्यते (चित्रे 6.5)। छिद्रं वृक्काकारकोशिकाद्वयम् आवृणोति यत् रक्षककोशिका कथ्यते। एताः कोशिकाः वायुमण्डलात् वातानाम् आदानप्रदानं कर्तुम् आवश्यक्यः भवन्ति। वाष्पोत्सर्जनस्य (वाष्परूपेण जलस्य निर्गमः) क्रिया अपि रन्ध्रद्वारा भवति।

कुर्वन्तु।

मूलानाम् एपीडर्मलकोशिकाः जलस्य शोषणार्थं कार्यं कुर्वन्ति। सामान्यतः तासु केशाः इव प्रवर्धाः भवन्ति येन मूलानाम् सर्वः अवशोषकस्तरः वर्धते तथा च तेषां स्तराणां जलस्य शोषणक्षमतायां वृद्धिः भवति।

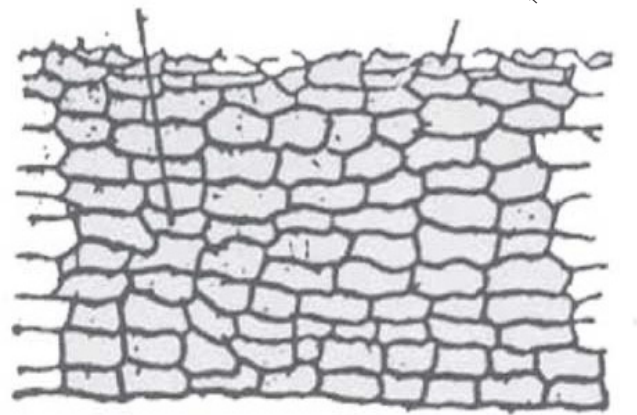
मरुस्थलीयपादपानां बाह्यस्तरीये वल्कले क्यूटिन (जलस्य अवरोधकः कश्चन रासायनिकः पदार्थः) इत्यस्य लेपः भवति। किं वयम् एतस्य कारणं चिन्तयितुं शक्नुमः?

किं कस्यचित् वृक्षस्य बाह्यशाखायाः स्तरः नूतनस्य काण्डस्य बाह्यस्तरात् भिन्नः भवति?

यथा यथा वृक्षस्य आयुः वर्धते तथा तथा तस्य बाह्यसुरक्षात्मक-ऊतकेषु किञ्चित् परिवर्तनं भवति। परस्परं विभज्योतकस्य पट्टिका काण्डस्य वल्कलस्थानं स्वीकरोति। बाह्यस्तरस्य कोशिकाः एतस्मात् स्तरात् भिन्नाः भवन्ति। एताः पादपानाम् उपरि बहु स्तरवतः स्थूलवल्कलस्य निर्माणं कुर्वन्ति। एतस्य वल्कलस्य कोशिकाः मृताः भवन्ति। एताः विना अन्तःकोशिकीयस्थानेन (6.6 चित्रे) व्यवस्थिताः भवन्ति। एतासां भित्तिषु सुबेरिननामकं रसायनं भवति यत् एतत् वल्कलं वायोः तथा च जलस्य कृते अभेद्यं करोति।

वल्कलकोशिकाः

विदीर्ण वल्कलम्



चित्रम् 6.6 रक्षक-ऊतकम्

6.2.2 (2) जटिलस्थायि ऊतकम्

एतावत् पर्यन्तं वयम् एकविधाभिः एव कोशिकाभिः

प्रश्नः

1. प्रकाशसंश्लेषणस्य कृते कस्य वातस्य आवश्यकता भवति?
2. पादपेषु वाष्पोत्सर्जनस्य कार्याणाम् उल्लेखं

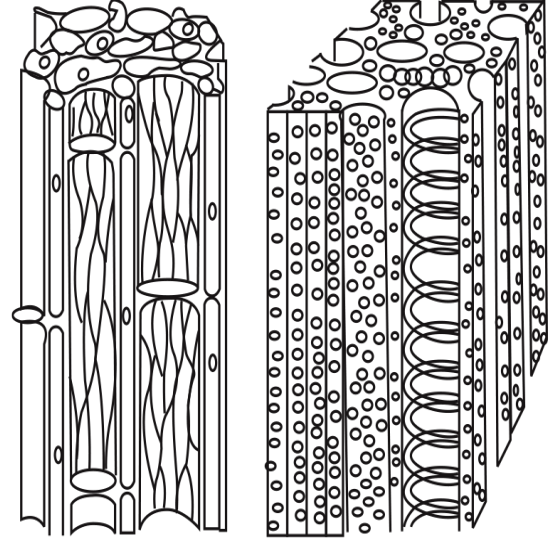
निर्मितस्य भिन्नभिन्न-ऊतकस्य उपरि विचारं कृतवन्तः, यत् च समानं दृश्यते। एतादृशम् ऊतकं साधारणस्थायि-ऊतकं कथ्यते। अन्यविधं स्थायि ऊतकं जटिलम् ऊतकं कथ्यते। जटिलम् ऊतकम् एकस्मात् बहुविधाभिः कोशिकाभिः मिलित्वा निर्मितं भवति तथा च एताः सर्वाः कोशिकाः एकसार्धं मिलित्वा सामान्यतया कार्यं कुर्वन्ति। काष्ठं तथा च पोषवाहः एतादृशस्य एव जटिल-ऊतकस्य उदाहरणम् अस्ति।

एतत् द्वयम् अपि संवहन-ऊतकं कथ्यते तथा च एतत् मिलित्वा संवहनबन्धस्य निर्माणं करोति। एतत् ऊतकं विशालवृक्षस्य काचित् विशेषता अस्ति या तत् स्थलीयवातावरणे स्थातुं योग्यं करोति। 6.3 चित्रे काण्डस्य एकः भागः दर्शितः अस्ति। किं वयं संवहनबन्धे उपस्थिताः विविधाः कोशिकाः द्रष्टुं शक्नुमः?

काष्ठटैकीड् (वाहिनीका), वाहिका, काष्ठजीवतकं, 6.7 चित्रे (क), (ख) (ग) च काष्ठतन्तुना मिलित्वा निर्मितं भवति। एतासां कोशिकानां कोशिकाभित्तिः स्थूला भवति तथा च एतासु प्रायशः कोशिकाः मृताः भवन्ति। टैकीड् तथा च वाहिकानां संरचना नलिकाकारा भवति।

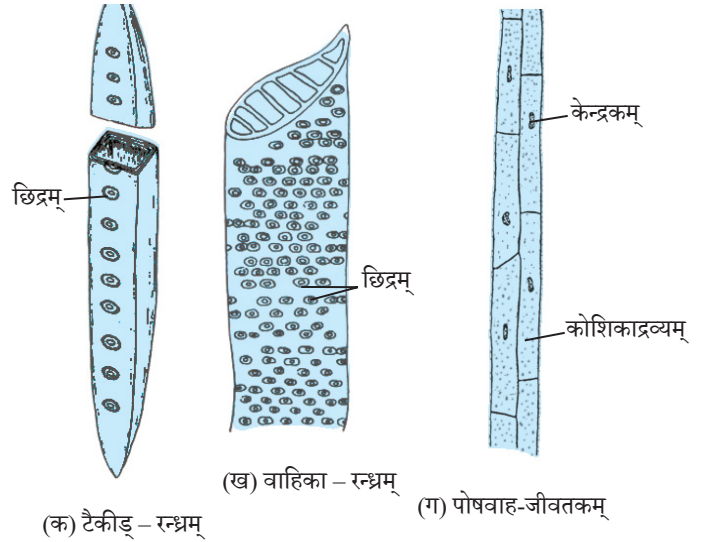
एतासां वाहिकानां माध्यमेन जलस्य तथा च खनिजलवणस्य ऊर्ध्वाधरसंवहनं भवति। जीवतकं भोजनस्य संग्रहणं करोति तथा च तटं प्रति जलस्य पार्श्वीयसंवहने सहायतां करोति। तन्तुः मुख्यतः सहायतादानस्य कार्यं करोति।

पोषवाहः चतुर्विधैः अवयवैः – चालनीनलिकया, सहकोशिकया, पोषवाहजीवतकेन, पोषवाहतन्तुना च मिलित्वा निर्मितः भवति [6.7 (घ) चित्रे]। चालनीनलिका छिद्रितभित्तिमयी तथा च नलिकाकारा कोशिका भवति। पोषवाहः काष्ठस्य असमानपदार्थान् कोशिकासु दिशाद्वये गतिं कारयितुं शक्नोति। पोषवाहः पर्णेभ्यः भोजनं पादपस्य विभिन्नभागेषु प्रापयति। पोषवाहतन्तुं विहाय पोषवाहकोशिकाः जीवितकोशिकाः सन्ति।



पोषवाहः

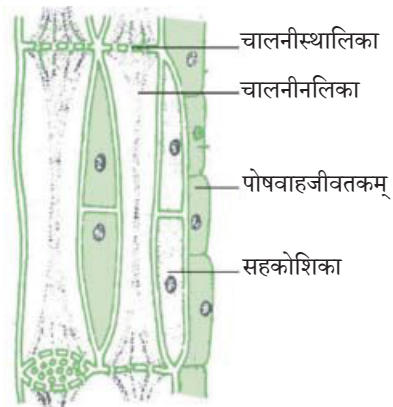
काष्ठम्



(क) टैकीड् - रन्ध्रम्

(ख) वाहिका - रन्ध्रम्

(ग) पोषवाह-जीवतकम्



(घ) पोषवाह-अनुविभागः

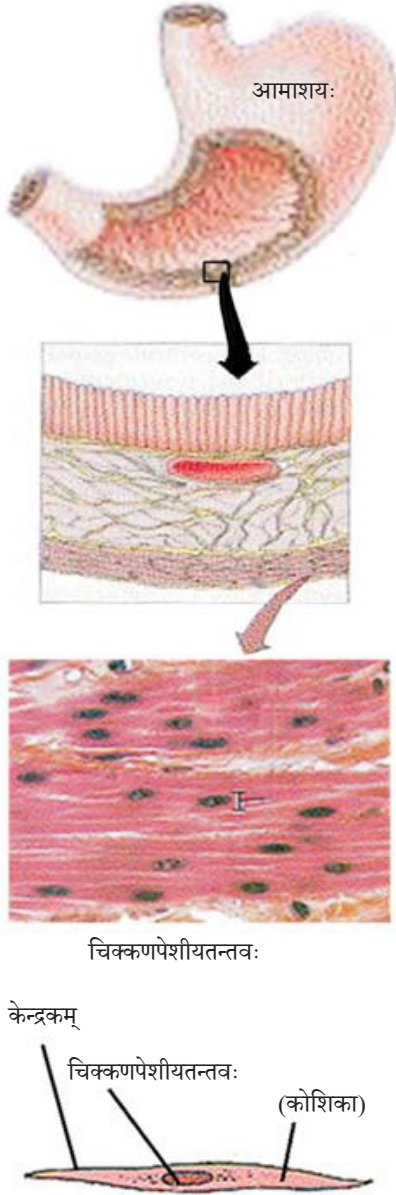
चित्रम् 6.7 जटिल-ऊतकानां प्रकारः

प्रश्नः

1. सरल-ऊतकस्य कति प्रकाराः सन्ति?
2. प्ररोहस्य शीर्षस्थविभज्योतकं कुत्र प्राप्यते?
3. नारिकेलस्य तन्तुः केन ऊतकेन निर्मितं भवति?
4. पोषवाहस्य संघटकं किं किम् अस्ति?

6.3 जन्तु-ऊतकम्

यदा वयं श्वासं स्वीकुर्मः तदा वयं स्वस्य हृदयस्य गतिम् अनुभवितुं शक्नुमः। शरीरस्य एतानि अङ्गानि कथं गतिं कुर्वन्ति? एतदर्थम् अस्माकं पार्श्वे काश्चन विशेषकोशिकाः भवन्ति याः वयं पेशीयकोशिकाः वदामः (चित्रे 6.8)।



चित्रम् 6.8 पेशीयतन्तवः

एतासां कोशिकानां प्रसरणम् आकुञ्चनं च अङ्गानां कृते गतिं प्रददाति।

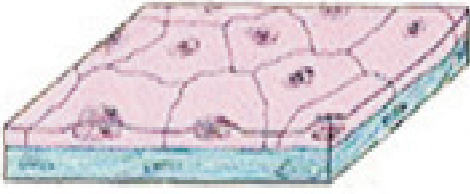
श्वासस्वीकरणसमये वयं प्राणवायुं स्वीकुर्मः। एषः प्राणवायुः कुत्र गच्छति? एषः फुफ्फुसद्वारा अवशोषितः भवति तथा च रक्तेन सह शरीरस्य सर्वासु कोशिकासु गच्छति। कोशिकानां कृते किमर्थं प्राणवायोः आवश्यकता भवति? सूत्रकणिकायाः कार्यम् एतस्य प्रश्नस्य समाधानस्य कृते एकं संकेतं ददाति यस्य विषये वयं पूर्वं पठितवन्तः स्मः। रक्तं स्वसार्धं विभिन्नपदार्थं शरीरे एकस्मात् स्थानात् द्वितीयं स्थानं प्रति नयति। उदाहरणार्थम् एतत् भोजनं तथा च प्राणवायुं सर्वासु कोशिकासु प्रापयति। एतत् शरीरस्य सर्वस्मात् अपि भागात् अपशिष्टपदार्थान् एकत्र कृत्वा यकृत् तथा च वृक्कपर्यन्तं उत्सर्जनस्य कृते प्रापयति।

रक्तं पेशी च द्वयम् अपि अस्माकं शरीरे प्राप्यमाणस्य ऊतकस्य उदाहरणम् अस्ति। तस्य कार्यस्य आधारेण वयं विभिन्नप्रकारकस्य जन्तु-ऊतकस्य विषये विचारं कर्तुं शक्नुमः यथा उपकला-ऊतकम्, संयोजि-ऊतकम्, पेशीय-ऊतकम्, तन्त्रिका-ऊतकम् च। रक्तं संयोजि-ऊतकस्य किञ्चन प्रकारकम् अस्ति तथा च पेशी पेशीय-ऊतकस्य।

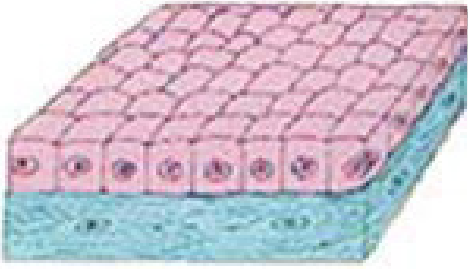
6.3.1 उपकला-ऊतकम्

जन्तोः शरीरस्य आच्छादकम् अथवा बाह्यरक्षाप्रदायकम् ऊतकम् उपकला कथ्यते। उपकला शरीरस्य अन्तः स्थितानां विभिन्नअङ्गानां गुहानां च आच्छादनं करोति। एतत् विभिन्नप्रकाराणां शारीरिकतन्त्राणां परस्परं भिन्नं कर्तुम् अवरोधस्य निर्माणं करोति। त्वक्, मुखम्, आहारनलिका, रक्तवाहिन्याः नलिकायाः स्तरः, फुफ्फुसस्य कूपी, वृक्कीयनलिका इत्यादयः सर्वे अपि उपकला ऊतकेन निर्मिताः भवन्ति। उपकला-ऊतकस्य कोशिकाः परस्परं संयुक्ताः भवन्ति तथा च कस्यचित् अनवरतस्य स्तरस्य निर्माणं कुर्वन्ति।

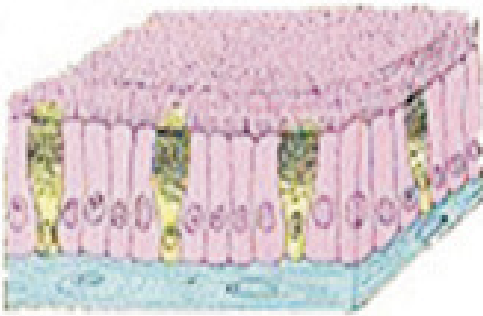
एतेषां स्तराणां मध्ये संश्लेषणात्मकपदार्थाः न्यूनाः भवन्ति तथा च कोशिकानां मध्ये अतीव न्यूनं स्थानं भवति। स्पष्टतया यः कश्चित् अपि पदार्थः शरीरे प्रविशति अथवा



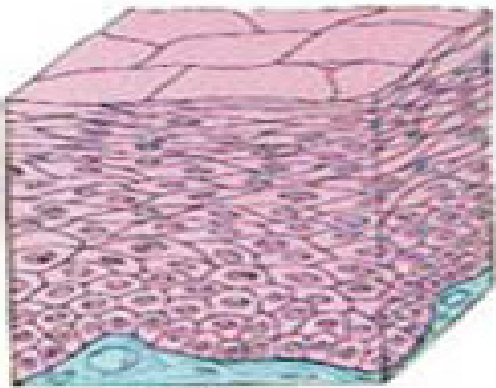
(क) शल्की



(ख) घनाकारः



(ग) स्तम्भाकारः(पक्ष्माभी)



(घ) स्तरितशल्की

चित्रम् 6.9 –विभिन्नप्रकारकम् उपकला-ऊतकम्

निर्गच्छति सः उपकलायाः कस्माच्चित् अपि स्तरात् भूत्वा अवश्यं गच्छति। एतस्य परिणामतः विभिन्नप्रकारकस्य उपकला कोशिकायाः मध्यस्य पारगम्यता शरीरस्य तथा च बाह्यवातावरणस्य तथा च शरीरस्य विभिन्न-अङ्गानां मध्ये पदार्थानाम् आदानप्रदानयोः महत्त्वपूर्णभूमिकां निर्वहति। सामान्यतः सर्वाम् उपकलां काचित् बाह्या तन्तुमयी आधारझिल्लिका ताम् अधोवासि-ऊतकेभ्यः भिन्नां करोति।

चित्रे 6.9 दर्शितानुसारं विभिन्न-उपकलानां संरचनाः विभिन्नप्रकारिकाः भवन्ति याः तेषां कार्याणाम् उपरि निर्भराः भवन्ति। उदाहरणार्थं कोशिकायां रक्तनलिकास्तरः अथवा कूपी, यत्र पदार्थानां संवहनं वरणात्मकपारगम्यझिल्लिकाद्वारा भवति तत्र समतल-उपकला-ऊतककोशिकाः भवन्ति। एताः सरलशल्की-उपकला कथ्यते। एताः अत्यधिककृशाः तथा च समतलाः भवन्ति तथा च कोमलस्तरस्य निर्माणं कुर्वन्ति। आहारनलिका तथा च मुखस्य स्तरः शल्की-उपकलाद्वारा आवृतः भवति। शरीरस्य रक्षात्मककवचम् अर्थात् त्वक् शल्की-उपकलाद्वारा एव विनिर्मितं भवति। त्वचः उपकलाकोशिकाः एतेषां कर्तनात् तथा च विदरणात् रक्षणार्थं बहुषु स्तरेषु व्यवस्थिताः भवन्ति अतः एषा उपकला स्तरितशल्की-उपकला कथ्यते।

यत्र अवशोषणं तथा च स्रावः भवति यथा अन्त्रस्य आन्तरिके स्तरे, तत्र दीर्घ-उपकलाकोशिकाः उपस्थिताः भवन्ति। एषा स्तम्भाकार-उपकला उपकला-अवरोधस्य पारकरणे सहायतां करोति। श्वासनलिकायां स्तम्भाकार-उपकला, ऊतके पक्ष्माभाः भवन्ति, ये च उपकला-ऊतकस्य कोशिकानां स्तरे केशसदृश्यः रचनाः भवन्ति। एते पक्ष्माभाः गतिं कर्तुं शक्नुवन्ति तथा च एतेषां गतिः कफस्य अग्रे स्थानान्तरं कृत्वा स्वच्छतायां सहायतां करोति। एतादृशी उपकला पक्ष्माभीस्तम्भाकार-उपकला कथ्यते।

घनाकार-उपकला वृक्कीयनलिकायाः तथा च लालायाः ग्रन्थिनलिकायाः स्तरस्य निर्माणं करोति यत्र एषः स्तरः तेषां कृते यान्त्रिकसहायतां प्रददाति। एताः उपकलाकोशिकाः प्रायशः ग्रन्थिकोशिकारूपेण अतिरिक्तविशेषताः अर्जयन्ति याः उपकलाः ऊतकस्य

स्तरे पदार्थानां स्रावं कर्तुं शक्नुवन्ति। यदा कदा उपकला-
ऊतकस्य केचन भागाः अन्तर्मुखाः भवन्ति तथा च एकस्याः
बहुकोशिकग्रन्थेः निर्माणं कुर्वन्ति। एषा ग्रन्थीय-उपकला
कथ्यते।

6.3.2 संयोजि ऊतकम्

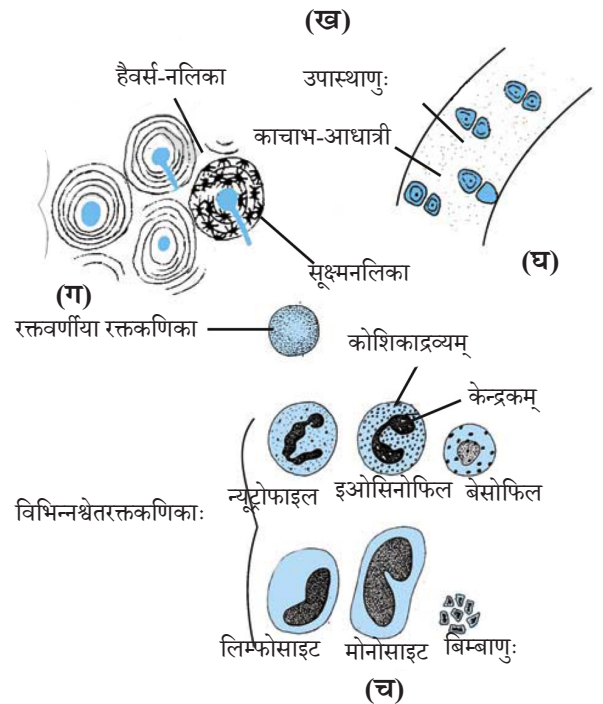
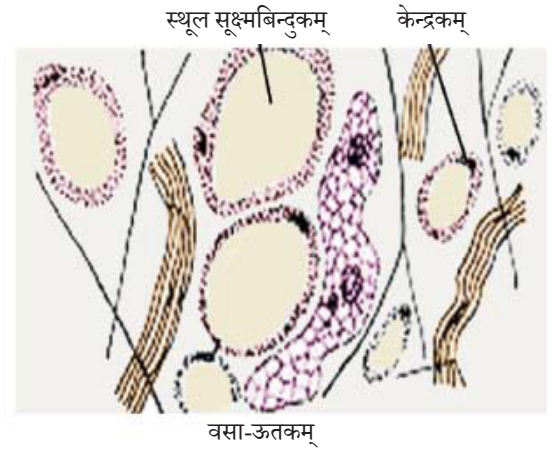
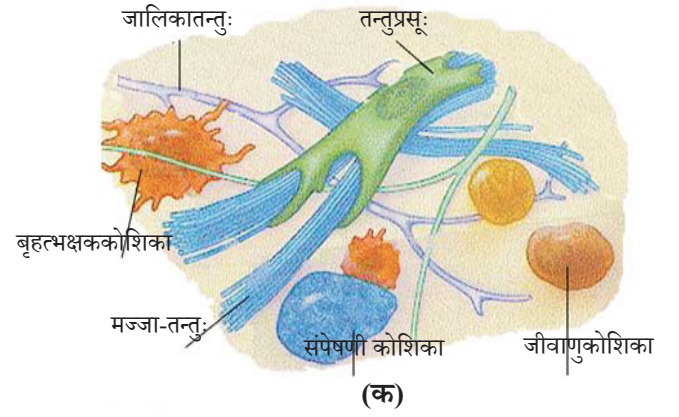
रक्तम् एकविधं संयोजि ऊतकम् अस्ति। एतत् संयोजि ऊतकं
किमर्थं कथ्यते? एतस्य अध्यायस्य भूमिकायाम् एतस्मिन्
सम्बन्धे कश्चित् सङ्केतः दत्तः अस्ति। आगच्छन्तु इदानीं
वयम् एतादृशस्य ऊतकस्य विषये विस्तरेण जानीमः।
संयोजि-ऊतकस्य कोशिकाः परस्परं किञ्चित् संयुक्ताः
भवन्ति तथा च अन्तःकोशिकीय-आधात्र्यां संलग्नाः
भवन्ति (6.10 चित्रे)। एषा आधात्री जैली इव तरलं,
सघनम्, अथवा कठोरं भवितुम् अर्हति। आधात्र्याः प्रकृतिः,
विशिष्टसंयोजि-ऊतकस्य कार्यानुसारं परिवर्तमाना भवति।

रक्तस्य बिन्दुम् अवसर्पिण्याः उपरि स्वीकुर्वन्तु
तथा च तत्र उपस्थिताः विभिन्नाः कोशिकाः सूक्ष्मदर्शिन्या
पश्यन्तु।

रक्तस्य तरल-आधात्रीभागः जीवाणुः कथ्यते,
जीवाणौ रक्तवर्णीयाः रक्तकोशिकाः (RBC) श्वेतवर्णीयाः
रक्तकोशिकाः (WBC) तथा च बिम्बाणुः निलम्बिताः
भवन्ति। जीवाणौ प्रोभूजिनं लवणं अन्तःस्रावः च अपि
भवति। रक्तं वातान्, शरीरस्य पक्वं भोजनं, अन्तःस्रावं तथा
च उत्सृष्टं पदार्थं शरीरस्य एकस्मात् भागात् भागान्तरं प्रति
संवहति।

अस्थि संयोजि-ऊतकस्य किञ्चन अन्यत्
उदाहरणम् अस्ति। एतत् पञ्जरस्य निर्माणं कृत्वा शरीरस्य
कृते आकरप्रदानं करोति। एतत् मांसपेशीनां सहायतां करोति
तथा च शरीरस्य मुख्य-अङ्गानां सहायतां करोति। एतत्
ऊतकं दृढं कठोरं च भवति। (अस्थिकार्याणां कृते एतेषां
गुणानां कः उपयोगः?) अस्थिकोशिकाः कठोर-आधात्र्यां
संलग्नाः भवन्ति याः छौरैयद्वारा अथवा भास्वरद्वारा
निर्मिताः भवन्ति।

अस्थिद्वयं परस्परं केनचित् अन्यसंयोजि-ऊतकेन
यत् स्नायुः (अस्थिबन्धानतन्तुः) कथ्यते तेन संयुक्तं भवति।
एतत् ऊतकम् अतीव मृदुलं तथा च दृढं भवति। स्नायौ



चित्रम् 6.10 – संयोजि-ऊतकानां प्रकारः (क) कोशिका-
ऊतकम् (ख) वसामयम् ऊतकम् (ग) संहत-
अस्थि-ऊतकम् (घ) काचाभस्नायु-ऊतकम् (ङ)
विभिन्नरक्तकोशिकाः।

बहु न्यूना आधात्री भवति। कस्यचित् अन्यप्रकारकस्य संयोजि-ऊतकस्नायुः कथ्यते यः मांसपेशीम् अस्थिभिः सह योजयति। स्नायुः दृढः तथा च सीमितमृदुलतातन्तुमय-ऊतकं भवति।

उपास्थि किञ्चन अन्यप्रकारकं संयोजि-ऊतकं भवति यस्मिन् कोशिकायां पर्याप्तं स्थानं भवति। एषा सघन-आधात्री प्रोभूजिनस्य तथा च शर्करायाः द्वारा निर्मिता भवति। एषा अस्थिसन्धिं चिक्कणं करोति। उपास्थि नासिकायां, कर्णे, कण्ठे तथा च श्वासनलिकायाम् अपि उपस्थितं भवति। वयं कर्णस्य उपास्थिनः पुटं कर्तुं शक्नुमः किन्तु हस्तस्य अस्थिनः ना चिन्तयन्तु एतत् ऊतकद्वयं कथं भिन्नम् अस्ति?

कोशिकासंयोजि-ऊतकं त्वचः तथा च मांसपेशीनां मध्ये, रक्तनलिकां परितः तथा च स्नायूनाम् अस्थिमज्जानां च मध्ये प्राप्यते। एतत् अङ्गानाम् आन्तरिकं रिक्तं स्थानं पूरयति, आन्तरिक-अङ्गानां सहायतां करोति तथा च ऊतकानां समीकरणे सहायतां करोति।

अस्माकं शरीरे वसा कुत्र सञ्चिता भवति? वसायाः संग्राहकः वसामय-ऊतकत्वचः अधस्तन-आन्तरिक-अङ्गेषु प्राप्यते। एतस्य ऊतकस्य कोशिकाः वसायाः गोलिकाभिः पूर्णाः भवन्ति। वसायाः संग्रहणकारणेन एतत् ऊष्मीयकुचालकस्य कार्यम् अपि करोति।

6.3.3 पेशीय-ऊतकम्

पेशीय-ऊतकं दीर्घकोशिकाभिः निर्मितं भवति यत् पेशीयतन्तुः अपि कथ्यते। एतत् अस्माकं शरीरे गतिनिमित्तम् उत्तरदायि अस्ति। पेशीषु किञ्चन विशिष्टं प्रोभूजिनं भवति यत् आकुञ्चनात्मकं प्रोभूजिनं कथ्यते, यस्य संकुचनेन तथा च प्रसारेण गतिः भवति।

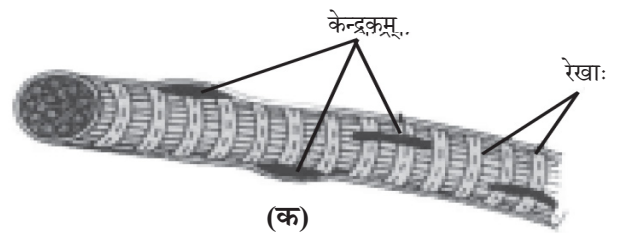
कासाञ्चन पेशीनां वयम् इच्छानुसारं गतिं कारयितुं शक्नुमः। हस्ते पादे च विद्यमान-पेशीनां वयं स्वेच्छानुसारम् आवश्यकतायां गतिं कारयितुं शक्नुमः अथवा तासां गतिम् अवरोद्धुं शक्नुमः। एतादृश्यः पेश्यः ऐच्छिकपेश्यः कथ्यन्ते (6.11 (क) चित्रे)। एताः पेश्यः अस्थिपञ्जरपेश्यः अपि

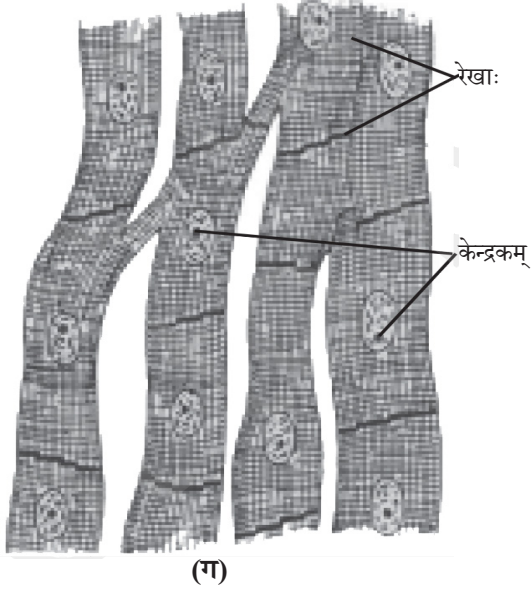
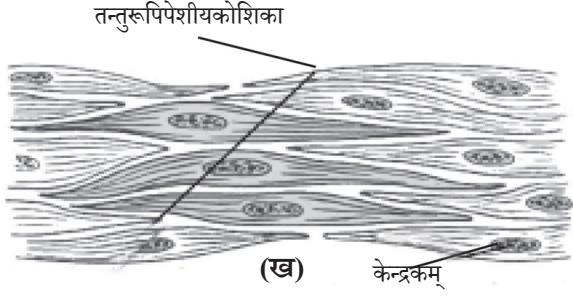
कथ्यन्ते यतोहि एताः प्रायशः अस्थिभिः संयुक्ताः भवन्ति तथा च शारीरिकगतौ सहायिकाः भवन्ति। सूक्ष्मदर्शिन्या दर्शनेन पेश्यः अल्पवर्णे रङ्गे तथा च गभीरवर्णे रङ्गे क्रमशः रेखासदृश्यः प्रतीयन्ते। एतेन एव कारणेन एताः रेखितपेश्यः अपि कथ्यन्ते। एतस्य ऊतकस्य कोशिकाः दीर्घाः बेल्लनाकाराः शाखारहिताः बहुनाभीयाः च भवन्ति।

आहारनलिकायां भोजनस्य प्रवाहः अथवा रक्तनलिकायाः प्रसारः तथा च संकुचनसदृश्यः गतयः ऐच्छिक्यः न सन्ति। एतान् गतिविधीन् वयं स्वयम् एव सञ्चालयितुं न शक्नुमः अर्थात् वयम् एतान् गतिविधीन् इच्छानुसारं प्रारब्धम् अथवा पिधातुं न शक्नुमः। चिक्कणपेश्यः एताः (चित्रम् 6.11 (ख) अथवा अनैच्छिकपेश्यः एतां गतीः नियन्त्रयन्ति। गतीः नियन्त्रयन्ति। एताः नेत्रस्य पक्ष्मणि, मूत्रवाहिन्यां, फफुसस्य श्वासनलिकायाम् अपि प्राप्यते। कोशिकाः दीर्घाः तथा च एतासाम् अन्तिमशीर्षं तीक्ष्णं भवति। एताः कोशिकाः एककेन्द्रकीयाः भवन्ति। एताः अरेखितपेश्यः अपि कथ्यन्ते। एतस्याः नाम अरेखितं किमर्थम् अस्ति?

हृदयस्य पेश्यः आजीवनं लयबद्धतया प्रसारं तथा च संकुचनं कुर्वन्ति। एताः अनैच्छिकपेश्यः हृदयकम् (कार्डियक) अपि कथ्यन्ते [6.11(ग) चित्रे] हृदयस्य पेशीकोशिका वेल्लनाकारा शाखामयी तथा च केन्द्रकीया भवति।

विभिन्नप्रकारकपेशीय-ऊतकानां संरचनायाः तुलनां कुर्वन्तु। तासाम् आकारः केन्द्रकस्य संख्या तथा च कोशिकायां केन्द्रकस्य स्थितेः टिप्पणीं कुर्वन्तु।





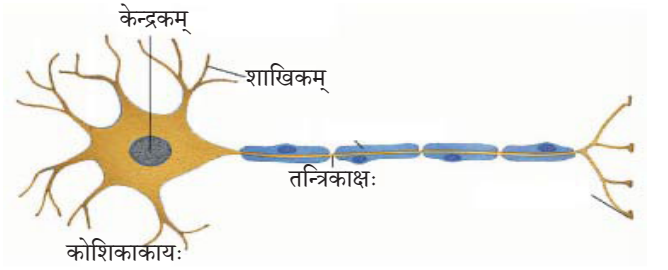
चित्रम् 6.11 पेशीय-ऊतकम् (क) रेखितपेशी

(ख) चिककणपेशी (ग) हृदयकपेशी

6.3.4 तन्त्रिका-ऊतकम्

सर्वासु कोशिकासु उत्तेजनायाः अनुकूलं प्रतिक्रियां कर्तुं क्षमता भवति। यद्यपि तन्त्रिका-ऊतकस्य कोशिकाः बहु शीघ्रम् उत्तेजिताः भवन्ति तथा च एताम् उत्तेजनां बहु शीघ्रं सम्पूर्णे अपि शरीरे एकस्मात् स्थानात् स्थानान्तरं प्रति प्रापयन्ति। मस्तिष्कं, मेरुरज्जुः, तन्त्रिकाः च एताः सर्वाः

अपि तन्त्रिका-ऊतकैः निर्मिताः भवन्ति। तन्त्रिका-ऊतकस्य कोशिकाः तन्त्रिकाकोशिकाः कथ्यन्ते। तन्त्रिकाकोशिकायां कोशिकाः केन्द्रकं कोशिकाद्रव्यं च भवन्ति। एताभ्यः दीर्घाः कृशाः केशाः इव शाखाः निर्गताः भवन्ति (6.12 चित्रे)। प्रायः प्रत्येकं तन्त्रिकाकोशिकायाम् एतादृशः कश्चन दीर्घः प्रवर्धः भवति यः तन्त्रिकाक्षः कथ्यते तथा च बहवः लघुशाखामयाः प्रवर्धाः शाखिकाः भवन्ति। एका तन्त्रिकाकोशिका एकमान पर्यन्तं दीर्घा भवितुम् अर्हति। बहवः तन्त्रिकातन्तवः संयोजि-ऊतकद्वारा एकसार्धं मिलित्वा एकस्याः तन्त्रिकायाः निर्माणं कुर्वन्ति।



चित्रम् 6.12 तन्त्रिकाकोशिका तन्त्रिका-ऊतकस्य घटकम्

तन्त्रिकायाः स्पन्दनम् अस्माकम् इच्छानुसारं स्वपेशीनां गतिकरणे सहायतां करोति। तन्त्रिकायाः तथा च पेशीय-ऊतकानां कार्यात्मकं संयोजनं प्रायः सर्वेषु जीवेषु मौलिकम् एव अस्ति। एवं च एतत् संयोजनम् उत्तेजनानुसारं जन्तूनां कृते गतिं प्रददाति।

प्रश्नः

1. तस्य ऊतकस्य नाम वदन्तु यत् अस्माकं शरीरे गते उत्तरदायि अस्ति।
2. तन्त्रिकाकोशिका दर्शने कथम् अस्ति?
3. हृदयपेश्याः त्रीणि लक्षणानि वदन्तु।
4. कोशिका-ऊतकस्य कार्यं किम्?



भवन्तः

किम्

अधिगतवन्तः

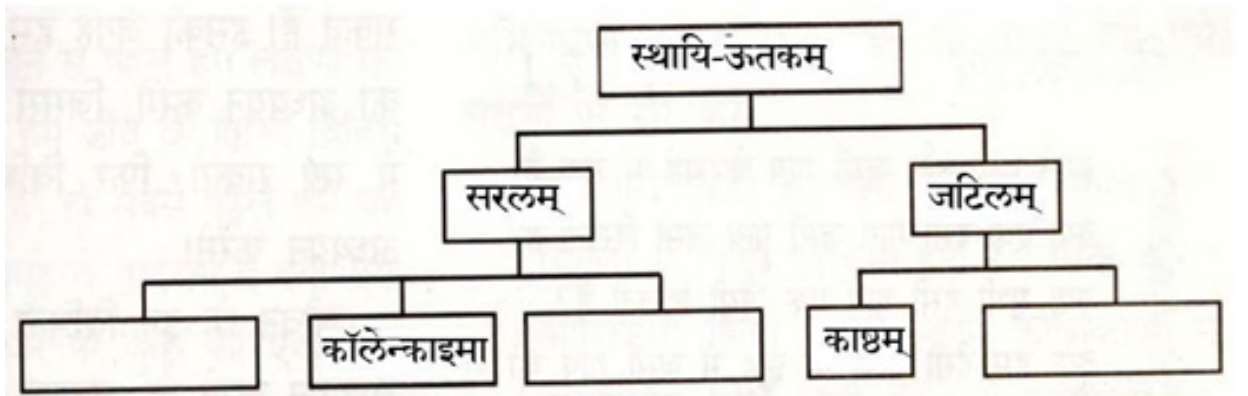
- ऊतकं कोशिकानां समूहः भवति यस्मिन् कोशिकानां संरचनाः तथा च कार्यम् एकसमानं भवति।
- पादपानाम् ऊतकं द्विधा भवति - विभज्योतकं तथा च स्थायि-ऊतकम्।
- विभज्योतकम् ऊतकं किञ्चन विभाज्यम् ऊतकम् अस्ति तथा च एतत् पादपानां वृद्धिमत्सु क्षेत्रेषु प्राप्यते।
- स्थायि-ऊतकं विभज्योतकेभ्यः निर्मितं भवति, यत् एकवारं विभाज्यतायाः क्षमतां त्यजति। एतस्य सरले तथा च जटिले ऊतके वर्गीकरणं क्रियते।
- जीवतकं, कॉलेन्काइमा, तथा च स्क्लेरेन्काइमा सरल-ऊतकस्य त्रयः प्रकाराः सन्ति। काष्ठं तथा च पोषवाहः जटिल-ऊतकस्य प्रकारद्वयम् अस्ति।
- उपकला, पेशीयम्, संयोजि, तथा च तन्त्रिका-ऊतकं जन्तु-ऊतकं भवति।
- आकृतेः कार्यस्य च आधारेण उपकला-ऊतकस्य शल्क्यां घनाकारे स्तम्भाकारे रोमीये तथा च ग्रन्थिलश्रेणीषु वर्गीकरणं क्रियते।
- अस्माकं शरीरे विद्यमानस्य संयोजि-ऊतकस्य विभिन्नाः प्रकाराः सन्ति। कोशिका-ऊतकं वसामय-ऊतकम् अस्थि स्नायुः उपास्थि रक्तं च।
- पेशीय-ऊतकस्य त्रयः प्रकाराः भवन्ति - रेखितम्, अरेखितं तथा च हृदयकम्।
- तन्त्रिका-ऊतकं तन्त्रिकाकोशिकाद्वारा निर्मितं भवति यत् संवेदनां प्राप्नोति तथा च सञ्चालनं करोति।

अभ्यासः



1. ऊतकस्य परिभाषां कुर्वन्तु।
2. कति प्रकारकाणि तत्त्वानि मिलित्वा पोषवाह-ऊतकस्य निर्माणं कुर्वन्ति? तेषां नामानि वदन्तु।
3. पादपेषु सरल-ऊतकं जटिल-ऊतकेभ्यः कथं भिन्नम् अस्ति?
4. कोशिकाभित्तेः आधारेण जीवतककॉलेन्काइमा-स्क्लेरेन्काइमा इत्यादीनां मध्ये भेदं स्पष्टं कुर्वन्तु।
5. रन्ध्रस्य किं कार्यम् अस्ति?
6. त्रयाणाम् अपि प्रकाराणां पेशीयतन्तुषु चित्रं निर्माय भेदं स्पष्टं कुर्वन्तु।
7. हृदयकपेश्याः विशेषकार्यं किम् अस्ति?
8. रेखित-अरेखितहृदयकपेशीषु शरीरे स्थितस्य कार्यस्य स्थानस्य च आधारेण भेदं स्पष्टं कुर्वन्तु।

9. तन्त्रिकाकोशिकायाः किञ्चन चिह्नितं चित्रं निर्मान्तु।
10. अधोलिखितानां नामानि लिखन्तु -
 - (a) ऊतकं यत् मुखस्य आन्तरिकस्तरस्य निर्माणं करोति।
 - (b) ऊतकं यत् मनुष्यस्य पेशीम् अस्थिभिः सह योजयति।
 - (c) ऊतकं यत् पादपेषु भोजनस्य संवहनं करोति।
 - (d) ऊतकं यत् अस्माकं शरीरे वसायाः सञ्चयं करोति।
 - (e) तरल-आधात्रीसहितं सयोजि-ऊतकम्।
 - (f) मस्तिष्के स्थितम् ऊतकम्।
11. अधोलिखितेषु ऊतकस्य प्रकारस्य परिचयं कुर्वन्तु -
त्वक्, पादपस्य वल्कः, अस्थि, वृक्कीयनलिकास्तरः, संवहनबन्धः।
12. जीवतक-ऊतकं कस्मिन् क्षेत्रे स्थितं भवति?
13. पादपेषु बाह्यत्वचः का भूमिका अस्ति?
14. पिधानं केन प्रकारेण सुरक्षा-ऊतकरूपेण कार्यं करोति?
15. अधः प्रदत्तां तालिकां पूरयन्तु



किं भवन्तः कदापि चिन्तितवन्तः यत् अस्मान् परितः कति प्रकारकाः जीवसमूहाः प्राप्यन्ते। सर्वे अपि जीवधारिणः परस्परं येन केनचित् रूपेण भिन्नाः सन्ति। भवन्तः आत्मानं तथा च स्वमित्रम् एव स्वीकुर्वन्तु।

- किं द्वयोः उन्नतता समाना अस्ति?
- किं भवतः नासिका भवतः मित्रस्य च नासिका समाना दृश्यते?
- किं भवतः करतलं भवतः मित्रस्य च करतलं समानम् अस्ति?

यदि वयं स्वस्य तथा च मित्रस्य तुलनां केनचित् वानरेण सह कुर्मः तर्हि वयं किं द्रक्ष्यामः? निश्चितरूपेण वयं प्राप्नुमः यत् मम मित्रस्य च मध्ये वानरस्य अपेक्षया अधिकसमानताः सन्ति। किन्तु यदा वयं स्वस्य तुलनां गवा वानरेण च सह कुर्मः तदा वयं पश्यामः यत् गोः अपेक्षया वानरे मयि च अधिकसमानताः सन्ति।

क्रियाकलापः _____ 7.1

- वयं देशीगोः अङ्गिकगोः च विषये श्रुतवन्तः।
- किं काचित् देशीगोः अङ्गिकगोः इव दृश्यते?
- किं सर्वाः देशीगावः समानाः दृश्यन्ते?
- किं वयं देशीगवां समूहे अङ्गिकगां परिचेतुं शक्नुमः?
- परिचयस्य अस्माकं कः आधारः भविष्यति?

इदानीम् अस्माभिः निश्चयः करणीयः यत् किं विशिष्टं लक्षणं वाञ्छितसमूहस्य कृते अधिकं महत्वपूर्णम् अस्ति। इतः परं वयम् एतस्य अपि निश्चयं करिष्यामः यत् किं लक्षणं त्यक्तुं शक्यते।

इदानीं पृथिवीवासिनां जीवानां विभिन्नसमूहस्य विषये चिन्तयामः। वयम् एकत्र यत्र सूक्ष्मदर्शिन्या द्रष्टुं शक्याः जीवाणवः, येषाम् आकारः कानिचन प्रयुतिमानानि

भवति, तत्रैव अन्यस्मिन् पक्षे 30 मानं यावत् दीर्घः नीलः हेलमत्स्यः अथवा कैलिफोर्नियाराज्यस्य 100 मानं यावत् दीर्घाः रक्तवर्णीयाः वृक्षाः अपि प्राप्यन्ते। केचन देवदारुवृक्षाः सहस्रं वर्षाणि जीवन्ति किन्तु केषाञ्चन कीटसदृशानां जीवनकालः अतीव अल्पदिनात्मकः भवति। जैवविविधता रङ्गहीनेषु जीवधारिषु, पारदर्शिकीटेषु, विभिन्नरङ्गमयेषु पक्षिषु, तथा च पुष्पेषु अपि प्राप्यते।

अस्मान् परितः एतासाम् असीमितविभिन्नतानां विकसने लक्षशः वर्षाणां समयः अपेक्षितः भवति। एतान् सर्वान् अपि जीवधारिणः ज्ञातुम् अवगन्तुं च अस्माकं पार्श्वे अतीव न्यूनः समयः भवति अतः तेषां विषये वयम् एकैकशः विचारं कर्तुं न शक्नुमः। एतस्य स्थाने वयं जीवधारिणां समानतायाः विषये अध्ययनं करिष्यामः, तदनन्तरं विभिन्नवर्गाणां समूहानां च अध्ययनं करिष्यामः।

जीवनस्य एतेषां विभिन्नरूपाणां विभिन्नतायाः अध्ययनस्य अनुरूपं समूहनिर्माणस्य क्रमे अस्माभिः एतस्य निश्चयः कर्तव्यः भविष्यति यत् तानि कानि विशिष्टलक्षणानि सन्ति यानि जीवधारिषु अतीव मौलिकं भेदम् उत्पादयन्ति। एतस्य उपरि एव जीवधारिणां मुख्यविस्तृतसमूहस्य निर्धारणं निर्भरं भविष्यति। एतेषु समूहेषु लघुसमूहानां निर्णयः अपेक्षाकृतः न्यूनमहत्वपूर्णलक्षणानाम् आधारेण करिष्यते।

प्रश्नः

1. वयं जीवधारिणां वर्गीकरणं किमर्थं कुर्मः?
2. अस्मान् परितः प्रसृतानां जीवरूपाणां विभिन्नतायाः त्रीणि उदाहरणानि ददतु।

7.1 वर्गीकरणस्य आधारः कः अस्ति?

जीवानां समूहस्य वर्गीकरणस्य प्रयासः प्राचीनसमये क्रियते स्म। यूनानी विचारकः अरस्तूः जीवानां वर्गीकरणं तेषां

स्थले जले वायौ च निवासकारणेन कृतवान् आसीत्। एषः जीवनदर्शनस्य अतीव सरलः विधिः किन्तु भ्रामकः विधिः अस्ति। यथा - समुद्रवासिनः जीवाः - प्रवालः, अष्टभुजः, तारामीनः, शार्कमत्स्यः। एते बहुषु विषयेषु परस्परं भिन्नाः सन्ति। एतेषु सर्वेषु अपि केवलं निवासस्थानस्य एव समानता अस्ति। अध्ययनस्य तथा च विचारस्य कृते एतेन आधारेण जीवधारिणां समूहेषु वर्गीकरणम् उचितं नास्ति।

अतः अस्माभिः इदानीम् एषः निर्णयः स्वीकरणीयः यत् कस्य विशिष्ट-अभिलक्षणस्य आधारेण विशालवर्गस्य निर्माणं कृतम् आसीत्। तदनन्तरं वयम् अन्येषां लक्षणानाम् आधारेण कञ्चित् वर्गम् उपसमूहेषु वर्गीकर्तुं शक्नुमः। नूतनलक्षणस्य आधारेण समूहानाम् अन्तः एतादृशस्य वर्गीकरणस्य प्रक्रिया निरन्तरं भवितुं शक्नोति।

एतस्मिन् विषये अग्रे गमनात् पूर्वम् अस्माभिः लक्षणानाम् अर्थः अवगन्तव्यः भविष्यति। यदा वयं जीवस्य कञ्चित् विविधसमूहं वर्गीकुर्मः तदा सर्वप्रथमम् अस्माभिः ज्ञातव्यं भवति यत् एतस्य समूहस्य सदस्येषु का का समानता अस्ति यस्य आधारेण केचन एकसार्धं स्थापयितुं शक्यन्ते? वस्तुतः तेषां लक्षणं तथा च व्यवहारः भवति अथवा तेषां जीवानां रूपं तथा च कार्यं भवति।

कस्यचित् जीवस्य लक्षणेन तात्पर्यं तस्य जीवस्य किमपि विशिष्टं रूपम् अथवा विशिष्टं कार्यं भवति। उदाहरणार्थं - अस्मासु बहूनां जनानां हस्ते पञ्च अङ्गुल्यः भवन्ति यत् च किञ्चन लक्षणम् अस्ति। तथैव अस्माकं धावनस्य क्षमता तथा च वटवृक्षस्य धावने असमर्थता अपि किञ्चन लक्षणम् अस्ति।

इदानीं वयं द्रक्ष्यामः यत् लक्षणं कथम् अन्यस्य तुलनायाम् अधिकमौलिकलक्षणरूपेण वर्गीक्रियते। वयं विचारं कुर्मः यत् कस्यचित् पाषाणस्य भित्तिः कथं निर्मीयते। भित्तौ प्रयुक्ताः पाषाणाः विभिन्नप्रकारकाः भवन्ति। अत्र ध्यातव्यः विषयः अस्ति यत् उपरि संलग्नानां पाषाणानाम् आकारः अधस्तनपाषाणान् न प्रभावयिष्यति, किन्तु अधस्तनपाषाणानाम् आकारेण उपरितनाः पाषाणाः प्रभाविताः भवन्ति।

अत्र अधस्तने स्तरे संलग्नः पाषाणः, जीवानां तादृशेन लक्षणेन समानः अस्ति यः जीवानां विशालतमवर्गस्य निर्धारणं करोति। एतत् लक्षणं जीवस्य अन्यस्मात् कस्माच्चित् अपि संरचनात्मकात् तथा च क्रियात्मकात् लक्षणात् स्वतन्त्रं भवति। किन्तु ततः परवर्तिस्तरस्य लक्षणं पूर्वतनस्य स्तरस्य लक्षणे तु निर्भरं भवति तथा च अनन्तरस्तरस्य प्रकारम् अपि निर्धारयति। तथैव वयं जीवानां वर्गीकरणस्य कृते अपि परस्परं सम्बन्धिलक्षणानां किञ्चन पदानुक्रमं निर्मायः।

अद्यत्वे वयं जीवानां वर्गीकरणस्य कृते कोशिकायाः प्रकृतेः प्रारम्भ्य विभिन्नानि परस्परम् अभिलक्षणानि दृष्टिगतानि स्थापयामः। आगच्छन्तु वयम् एतादृशस्य लक्षणस्य विषये विचारं कुर्मः।

- एकस्यां सुकेन्द्रिककोशिकायां केन्द्रकसहितानि कानिचन झिल्लिकया आवृतानि केन्द्रकाणि भवन्ति येषां कारणेन कोशिकीयक्रियाः भिन्नभिन्नकोशिकासु दक्षतापूर्वकं भवन्ति। एतत् एव कारणम् अस्ति यत् यासां कोशिकानां झिल्लिकायुक्तं कोशिकाङ्गं तथा च केन्द्रकं न भवति तासां जैवरासायनिकप्रक्रियाः भिन्नाः भवन्ति। एतासां प्रभावः कोशिकीयसंरचनायाः सर्वासु अवस्थासु भवति। एतत् अतिरिच्य केन्द्रकयुक्तकोशिकासु बहुकोशिकजीवस्य निर्माणक्षमता भवति यतोहि ताः कस्यचित् विशिष्टस्य कार्यस्य कृते विशिष्टीकृताः भवितुम् अर्हन्ति। अतः कोशिकीयसंरचनायाः तथा च वर्गीकरणस्य आधारभूतं लक्षणम् अस्ति।
- प्रश्नः उदेति यत् किं कोशिकाः एकाकिन्यः प्राप्यन्ते अथवा एकसार्धं समूहे प्राप्यन्ते अथवा अविभाज्यसमूहे प्राप्यन्ते? याः कोशिकाः एकसार्धं समूहं निर्माय कस्यचित् जीवस्य निर्माणं कुर्वन्ति तासु श्रमविभाजनं प्राप्यते। शरीरिकसंरचनायां सर्वाः कोशिकाः एकसमानाः न भवन्ति अपितु कोशिकानां समूहः केषाञ्चन विशिष्टकार्याणां कृते विशिष्टीकृतः भवति। एतत् एव कारणं यत् जीवानां

शारीरिकसंरचनायां एतावती विभिन्नता भवति। एतस्य एव परिणामतः वयं प्राप्नुमः यत् कस्याश्चित् अमीबायाः तथा च कस्यचित् कृमेः शारीरिकरचनायां कियान् भेदः अस्ति।

- किं जीवाः प्रकाशसंश्लेषणस्य क्रियाद्वारा स्वस्य भोजनं पचन्ति? स्वयं भोजननिर्माणस्य क्षमतावतां तथा च बहिर्भागात् भोजनस्य ग्रहीतृणां शारीरिकसंरचनायाम् आवश्यकभिन्नताः प्राप्यन्ते।
- ये जीवाः प्रकाशसंश्लेषणं कुर्वन्ति ते पादपाः कथ्यन्ते। पादपानां शारीरिकसंघटनं कस्य स्तरस्य भवति?
- तथैव जन्तुषु कथं शरीरं विकसितं भवति तथा च शरीरस्य विभिन्नानि अङ्गानि निर्मायन्ते। एतत् अतिरिच्य विभिन्नकार्याणां कृते विशिष्टम् अङ्गं किं किम् अस्ति?

एतेषां प्रश्नानां माध्यमेन वयं द्रष्टुं शक्नुमः यत् कथं विभिन्नलक्षणानां पदानुक्रमः विकसितः भवति। वर्गीकरणस्य कृते पादपानां शरीरस्य विभिन्नानि लक्षणानि कथं केन प्रकारेण जन्तुभ्यः भिन्नानि भवन्ति। एतस्य कारणम् एतत् अस्ति यत् पादपानां शरीरं भोजननिर्माणस्य क्षमतायाः अनुसारं विकसितं भवति किन्तु जन्तूनां शरीरं बहिर्भागात् भोजनग्रहणस्य अनुसारं विकसितं भवति। एतत् एव लक्षणं वर्गीकरणसमये उपसमूहे तथा च अनन्तरं दीर्घे समूहे विभाजनस्य आधारः भवति।

प्रश्नः

1. जीवानां वर्गीकरणस्य कृते सर्वाधिकं मूलभूतं लक्षणं किं भवितुम् अर्हति?
(क) तेषां निवासस्थानम्
(ख) तेषां कोशिकासंरचना
2. जीवानां प्रारम्भिकविभाजनस्य कृते किं मूलं लक्षणम् आधारत्वेन स्वीकृतम्?
3. कस्य आधारेण जन्तवः तथा च वनस्पतयः परस्परं भिन्नतया वर्गे स्थाप्यन्ते?

7.2 वर्गीकरणं तथा च विकासः

सर्वे अपि जीवाः तेषां शारीरिकसंरचनायाः तथा च कार्यस्य

आधारेण परिचीयन्ते तथा च तेषां वर्गीकरणं क्रियते। शारीरिकरचनायां कानिचन लक्षणानि अन्यलक्षणानाम् अपेक्षया अधिकं परिवर्तनम् आनयन्ति। अत्र समयस्य अपि बहु महत्त्वपूर्णा भूमिका भवति। अतः यदा काचित् शारीरिकरचना अस्तित्वे आगच्छति तदा एषा शरीरे भाविकालीनं परिवर्तनं प्रभावयति। अपरशब्देन, शरीरस्य रचनायाः समये यानि लक्षणानि पूर्वं दृश्यन्ते तानि मूललक्षणरूपेण ज्ञायन्ते।

एतेन एतत् ज्ञायते यत् जीवानां वर्गीकरणस्य जैवविकासेन सह कियान् सामीप्यसम्बन्धः अस्ति। वयं यावतः अपि जीवान् पश्यामः ते सर्वे निरन्तरं भाविनः परिवर्तनस्य तस्याः प्रक्रियायाः स्वाभाविकाः परिणामाः सन्ति ये तेषाम् उत्तमजीवनयापनस्य कृते आवश्यकाः आसन्।

जैवविकासस्य एषा अवधारणा सर्वप्रथमं चार्ल्सडार्विनः 1859 तमे वर्षे स्वस्य पुस्तके “दि ओरिजिन ऑफ स्पीशीज” मध्ये दत्तवान्। जैवविकासस्य एताम् अवधारणां वर्गीकरणेन सह योजयित्वा पश्यामः चेत् वयं प्राप्नुमः यत् केषाञ्चन जीवसमूहानां शारीरिकसंरचनायां प्राचीनकालात् आरभ्य अद्य पर्यन्तं किमपि विशिष्टं परिवर्तनं न जातम् अस्ति। किन्तु केषाञ्चन जीवसमूहानां शारीरिकसंरचनायां पर्याप्तं परिवर्तनं दृश्यते। प्रथमप्रकारकाः जीवाः आदिमाः अथवा निम्नजीवाः कथ्यन्ते किन्तु अन्यप्रकारकस्य जीवाः उन्नताः अथवा उच्चजीवाः कथ्यन्ते। किन्तु एषः शब्दः उपयुक्तः नास्ति यतोहि एतेन एतेषां विभिन्नतायाः ज्ञानं न भवति। एतस्य अपेक्षया वयम् एतेषां कृते पुरातनजीवाः तथा च नूतनजीवाः इति शब्दस्य प्रयोगं कर्तुं शक्नुमः। यतोहि विकासस्य समये जीवेषु जटिलतायाः सम्भावना निर्मिता भवति। अतः पुरातनजीवाः साधारणाः तथा च नूतनजीवाः अपेक्षाकृताः जटिलाः अपि वक्तुं शक्यन्ते।

प्रश्नः

1. आदिमजीवाः के कथ्यन्ते? एते तथाकथितेभ्यः उन्नतजीवेभ्यः केन प्रकारेण भिन्नाः सन्ति?
2. किम् उन्नतजीवाः तथा च जटिलजीवाः समानाः भवन्ति?

7.3 वर्गीकरणसमूहानां पदानुक्रमितसंरचना

अन्सर्ट हेकेल: (1894) राबर्ट व्हिटेकर:(1959)

तथा च कार्ल बोस: (1977) इत्येते जैववैज्ञानिकाः सर्वेषाम् अपि सजीवानां देश नामके दीर्घे वर्गे विभाजनं कर्तुं प्रयासं कृतवन्तः सन्ति। व्हिटेकरद्वारा प्रस्ताविते वर्गीकरणे पञ्च देशाः सन्ति - मोनेरा, प्रोटिस्टा, मधुरिका (कवकम्), प्लांटी, एनीमेलिया च। एते समूहाः कोशिकीयसंरचना पोषणस्य स्रोतसः तथा च विधेः अपि च शारीरिकसंघटनस्य आधारेण निर्मिताः सन्ति। बोसः स्वस्य वर्गीकरणे मोनेरादेशम् आद्यजीवाणौ तथा च यूजीवाणौ वितीर्णवान्, यः च प्रयोगे आनीयते।

पुनः विभिन्नेषु स्तरेषु जीवाः उपसमूहेषु वर्गीकृताः सन्ति। यथा -

जैवविविधतायाः तात्पर्यं विभिन्नजीवरूपेषु प्राप्यमाणया विविधतया सह अस्ति। एषः शब्दः कस्मिंश्चित् विशेषक्षेत्रे प्राप्यमाणान् विभिन्नजीवान् प्रति संकेतं करोति। एते विभिन्नाः जीवाः केवलं समानपर्यावरणे न भवन्ति अपितु परस्परं प्रभावितम् अपि कुर्वन्ति। एतस्य परिणामतः विभिन्नप्रजातीनां स्थायिसमुदायः अस्तित्वे आगच्छति। आधुनिकसमये मनुष्यः एतस्य समुदायस्य संतुलनपरिवर्तने महत्त्वपूर्णं भूमिकां निरूढवान् अस्ति। वस्तुतः कस्यचित् समुदायस्य विविधता भूमेः जलस्य जलवायोः च सदृशानां वस्तूनां कारणेन प्रभाविता भवति। कस्यचित् स्थूल-अनुमानस्य अनुसारं पृथिव्यां जीवानां प्रायः एककोटिपरिमिताः प्रजातयः प्राप्यन्ते किन्तु वयं केवलं दशसहस्रं विंशतिसहस्रं वा प्रजातीः जानीमः। पृथिव्यां कर्करेखायाः मकररेखायाः च माध्यमिकक्षेत्रे यः उष्णतायुक्तः तथा च आर्द्रितः भागः अस्ति तत्र पादपानां जन्तूनां च मध्ये पर्याप्ता विविधता प्राप्यते। अतः एतत् क्षेत्रं विशालविविधताक्षेत्रं कथ्यते। पृथिव्यां जैवविविधतायाः अधिकांशः भागः केषुचित् देशेषु यथा - ब्राजीले, कोलम्बियायाम्, इक्वाडोरे, पेरौ, मेक्सिकोदेशे, जायरेदेशे, मेडागास्करे, आस्ट्रेलियायाम्, चीने, भारते, इण्डोनेशियायाम्, मलेशियायाम् च केन्द्रितम् अस्ति।

देशः - समुदायः (पशूनां कृते) - विभाजनम् (पादपानां कृते)
वर्गः (कक्ष्या)

गणः (आदेशः)

कुलम् (कुटुम्बम्)

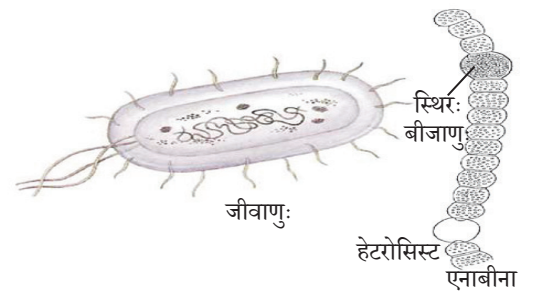
वंशः

उपजातिः।

एवं प्रकारेण वर्गीकरणस्य पदानुक्रमे जीवानां विभिन्नलक्षणानाम् आधारेण लघुतमेषु समूहेषु वितरणं कुर्वन्तः वयं वर्गीकरणस्य आधारभूतघटकपर्यन्तं गच्छामः। वर्गीकरणस्य आधारभूतं घटकम् उपजातिः अस्ति। अतः कान् जीवान् वयं समानजातेः जीवान् वदामः? एकस्याः एव जातेः जीवानां बाह्यरूपेण पर्याप्ता समानता भवति तथा च ते जीवाः जननं कर्तुं शक्नुवन्ति। व्हिटेकरद्वारा प्रस्तुतस्य देशवर्गीकरणस्य पञ्च प्रमुखाः विशेषताः अधोलिखिताः सन्ति।

7.3.1 मोनेरा

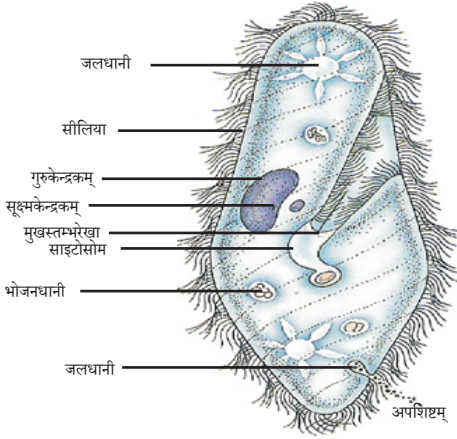
एतेषु जीवेषु न तु संघटितं केन्द्रकं तथा च कोशिकाङ्गं भवति नैव च तेषां शरीराणि बहुकोशिकायुक्तानि भवन्ति। एतेषु प्राप्यमाणा विविधता अन्यलक्षणाम् उपरि निर्भरं करोति। एतेषु केषुचित् कोशिकाभित्तिः प्राप्यते तथा च केषुचित् ना कोशिकाभित्तिः भावेन अभावेन वा मोनेरावर्गस्य जीवानां शारीरिकसंरचनायाम् आगतं परिवर्तनं तुलनात्मकरूपेण बहुकोशिकजीवेषु कोशिकाभित्तेः भावेन अभावेन वा आगतात् परिवर्तनात् भिन्नं भवति। पोषणस्य स्तरे एते स्वपोषिणः अथवा विषमपोषिणः उभये अपि भवितुम् अर्हन्ति। यथा - जीवाणुः, नीलहरितः, शैवालः अथवा सायनोजीवाणुः माइकोजीवाणुः। कानिचन उदाहरणानि 7.1 चित्रे दर्शितानि सन्ति।



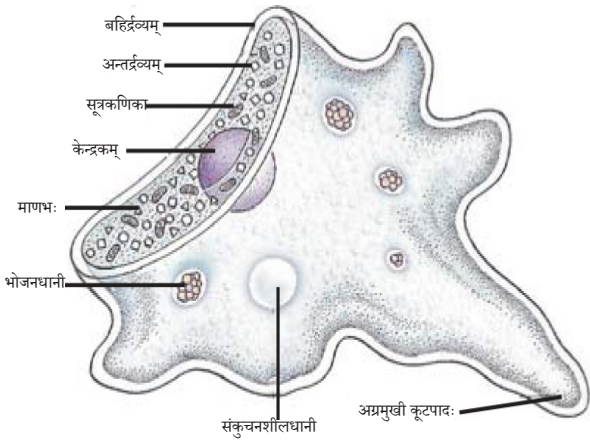
चित्रम् 7.1 मोनेरा

7.3.2 प्रोटिस्टा

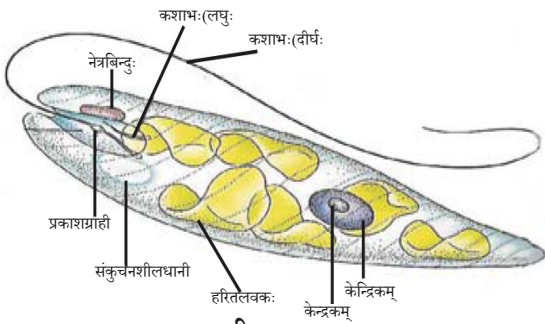
एतस्याम् एककोशिकाः सुकेन्द्रिकजीवाः आगच्छन्ति। एतस्य वर्गस्य केषुचित् जीवेषु गमनार्थं सीलिया, फ्लैजेला नामकसंरचनाः प्राप्यन्ते। एताः स्वपोषिकाः तथा च विषमपोषिकाः द्विधा भवन्ति। उदाहरणार्थं - एककोशिकशैवालम्, डाइएटम, प्रोटोजोआ इत्यादि। उदाहरणार्थं 7.2 चित्रं पश्यन्तु।



पैरामीशियम



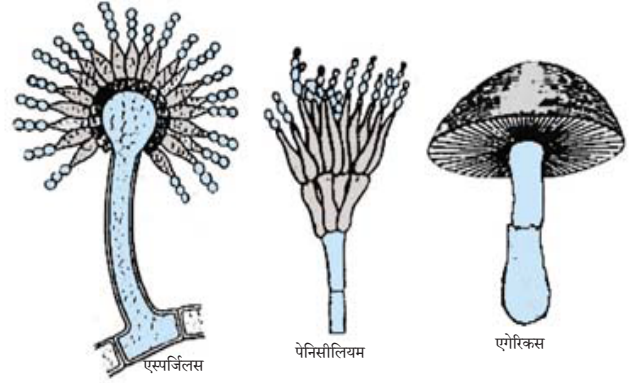
अमीबा



चित्रम् 7.2 एककणजीवः

7.3.3 मधुरिका (कवकम्)

एते विषमपोषिणः सुकेन्द्रिकजीवाः सन्ति। एते पोषणार्थं प्राङ्गारिकपदार्थानाम् उपरि निर्भराः भवन्ति अतः एते मृतजीविनः कथ्यन्ते। एतेषु बहवः स्वस्य जीवनस्य विशेष-अवस्थायां बहुकोशिकक्षमतां प्राप्नुवन्ति। मधुरिकायाम् अथवा कवके काइटिननामकजटिलशर्करया निर्मिता कोशिकाभित्तिः प्राप्यते। उदाहरणार्थं यीस्ट, छत्राकम्, प्रोटोजोवा इत्यादि। उदाहरणार्थं 7.3 चित्रं पश्यन्तु।

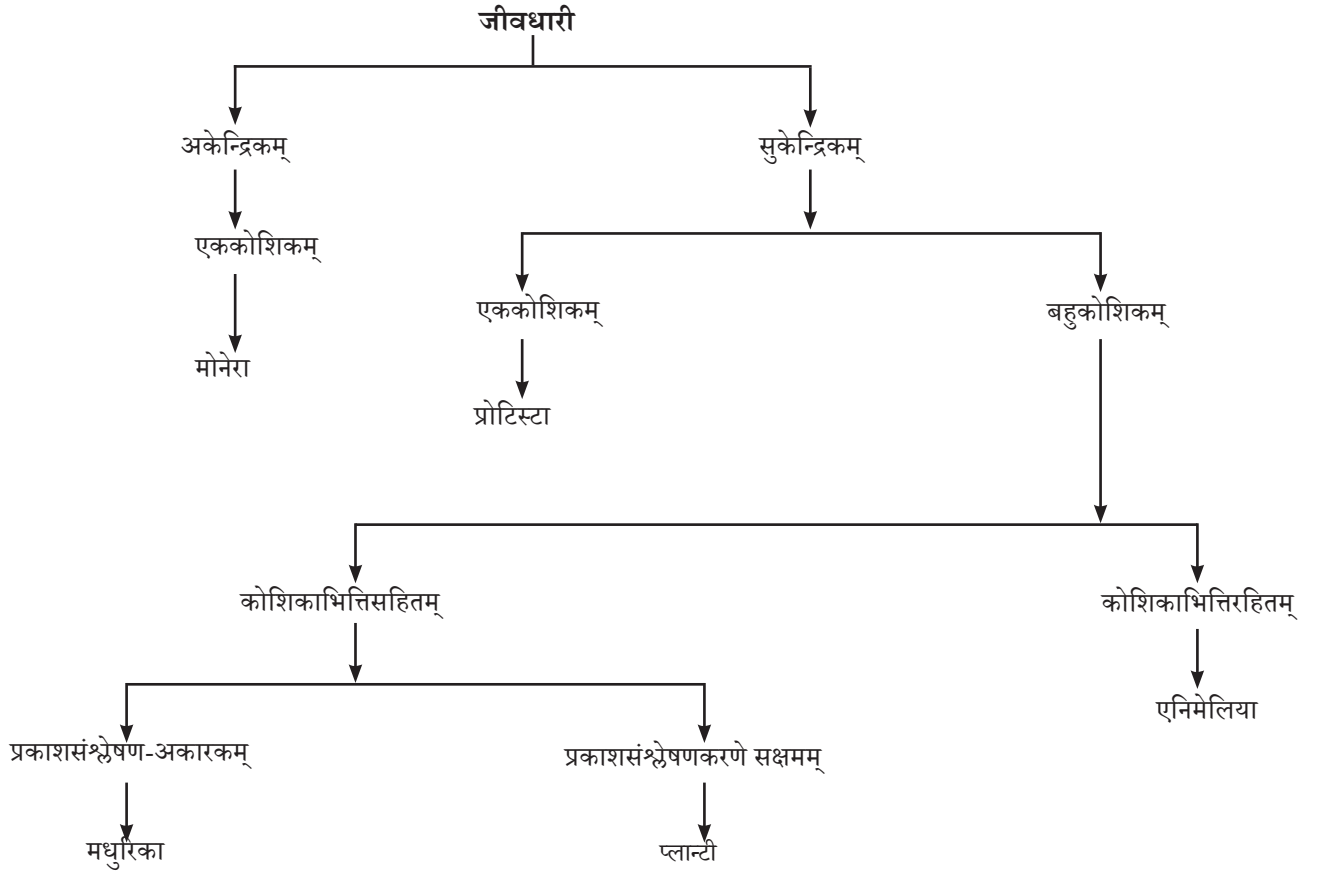


चित्रम् 7.3 मधुरिका

कवकानां काश्चन प्रजातयः नीलहरितशैवालेन (साइनोजीवाणुना) सह स्थायि-अन्तस्सम्बन्धं निर्मान्ति ये सम्बन्धाः सहजीविताः कथ्यन्ते। एतादृशाः सहजीविनः जीवाः लाइकेन कथ्यन्ते। एतत् लाइकेन प्रायः पादपानां वल्कलेषु वर्णमयकलङ्करूपेण दृश्यते।

7.3.4 प्लांटी

एतस्मिन् वर्गे कोशिकाभित्तिमयाः बहुकोशिकसुकेन्द्रिकजीवाः आगच्छन्ति। एते स्वपोषिणः भवन्ति तथा च प्रकाशसंलेषणस्य कृते पर्णशादस्य उपयोगं कुर्वन्ति। एतस्मिन् वर्गे सर्वे अपि पादपाः स्थापिताः सन्ति। यतोहि पादपाः जन्तवः च सर्वाधिकाः दृष्टिगोचराः भवन्ति अतः एतेषाम् उपवर्गाणां चर्चाम् अनन्तरं (7.4 खण्डे) करिष्यामः।



चित्रम् 7.4 पञ्चानां देशानां वर्गीकरणम्

7.3.5 एनिमेलिया

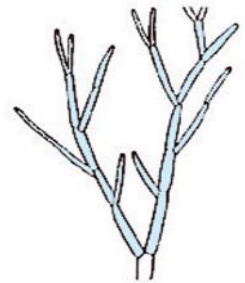
एतस्मिन् वर्गे एतादृशाः सर्वे बहुकोशिकाः सुकेन्द्रिकजीवाः भवन्ति येषु कोशिकाभित्तिः न प्राप्यते। एतस्य वर्गस्य जीवाः विषमपोषिणः भवन्ति। एतस्य उपवर्गस्य चर्चा वयम् अनन्तरं (7.5 खण्डे) करिष्यामः।

प्रश्नः

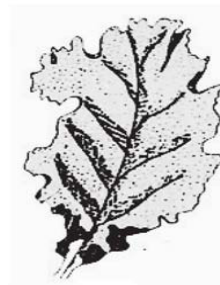
1. मोनेरा अथवा प्रोटिस्टासदृशानां जीवानां वर्गीकरणस्य मापदण्डः कः अस्ति?
2. प्रकाशसंश्लेषणकारकान् एकोशिकसुकेन्द्रिकजीवान् भवन्तः कस्मिन् देशे स्थापयिष्यन्ति?
3. वर्गीकरणस्य विभिन्नपदानुक्रमेषु कस्मिन् समूहे सर्वाधिकसमानलक्षणवतः अतीव न्यूनान् जीवान् तथा च कस्मिन् समूहे सर्वाधिकसंख्यायां जीवान् स्थापयिष्यन्ति?



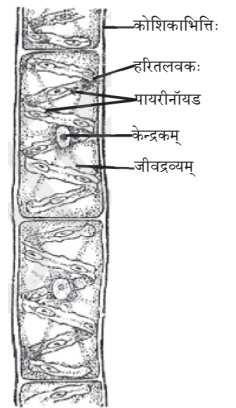
यूलोश्रिक्स



क्लैडोफोरा



अल्वा



स्पाइरोगाइरा

7.4 प्लांटी

पादपेषु प्रथमस्तरस्य वर्गीकरणम् एतेषां तथ्यानाम् आधारेण भवति यत् पादपशरीरस्य प्रमुखं घटकं पूर्णरूपेण विकसितं तथा च विभेदितम् अस्ति अथवा नास्ति। वर्गीकरणस्य अग्रिमः स्तरः पादपशरीरे जलस्य तथा च अन्यपदार्थस्य संवहनकारकाणां विशिष्ट-ऊतकानाम् उपस्थितेः आधारेण भवति। तत्पश्चात् वर्गीकरणस्य प्रक्रियायाः अन्तर्गतम् एतत् दृश्यते यत् पादपेषु बीजधारणस्य क्षमता अस्ति अथवा नास्ति। यदि बीजधारणस्य क्षमता अस्ति तर्हि बीजं फलस्य अन्तः विकसितम् अस्ति अथवा नास्ति।

7.4.1 थैलोफ़ाइटा

एतेषां पादपानां शारीरिकसंरचनायां विभेदीकरणं न प्राप्यते। एतस्य वर्गस्य पादपाः सामान्यतः शैवालाः कथ्यन्ते। एते मुख्यरूपेण जले प्राप्यन्ते। उदाहरणार्थम् – यूलोथ्रिक्स, स्पाइरोगाइरा, कारा, क्लैडोफोरा इत्यादि (7.5 चित्रे पश्यन्तु)।

7.4.2 ब्रायोफ़ाइटा

एतस्य वर्गस्य पादपाः पादपवर्गस्य उभयचराः कथ्यन्ते। एते पादपस्य काण्डस्य पर्णानां च सदृशसंरचनायां विभक्ताः भवन्ति। एतेषु पादपशरीरस्य एकस्मात् भागात् भागान्तरं प्रति जलस्य तथा च अन्यवस्तूनां संवहनार्थं विशिष्ट-ऊतकानि न प्राप्यन्ते। उदाहरणार्थम् – मॉस(फ्यूनेरिया) मार्केशिया (7.6 चित्रे) पश्यन्तु।

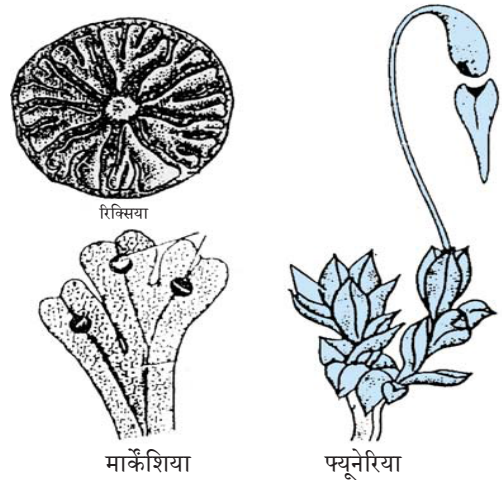
7.4.3 टेरिडोफ़ाइटा

एतस्य वर्गस्य पादपानां शरीरं मूले काण्डे तथा च पर्णेषु विभाजितं भवति। एतेषु शरीरस्य एकस्मात् भागात् भागान्तरपर्यन्तं जलस्य तथा च अन्यपदार्थानां संवहनस्य कृते संवहन-ऊतकम् अपि प्राप्यते। उदाहरणार्थम् – मासीलिया, पर्णाङ्गम् (फर्न), अश्वपुच्छम् इत्यादि।

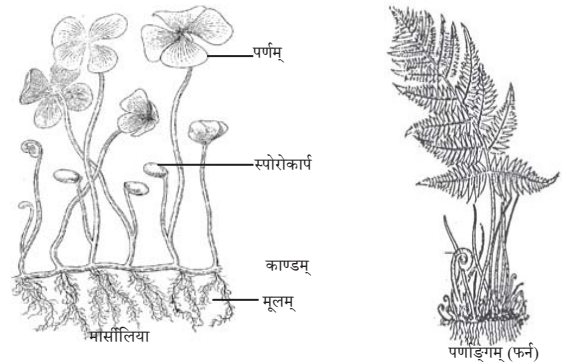
थैलोफ़ाइटा ब्रायोफ़ाइटा तथा च टेरिडोफ़ाइटायां नग्नभ्रूणाः प्राप्यन्ते ये च बीजाणवः कथ्यन्ते। एतेषां त्रयाणां समूहानां पादपेषु जननाङ्गं परोक्षं भवति। तथा च एतेषु बीजोत्पादनस्य क्षमता न भवति। अतः एते क्रिप्टोगैम कथ्यन्ते।



चित्रम् 7.5 थैलोफ़ाइटा



चित्रम् 7.6 कानिचन सामान्यानि ब्रायोफ़ाइटा



चित्रम् 7.7 कानिचन टेरिडोफ़ाइटा

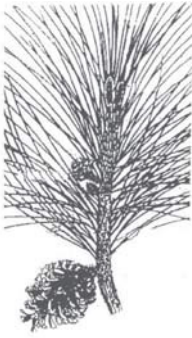
अपरत्र ते पादपाः येषु जनन-ऊतकं पूर्णरूपेण विकसितं तथा च विभेदितं भवति तथा च जननप्रक्रियायाः पश्चात् बीजस्य उत्पत्तिं कुर्वन्ति ते फैनरोगैम इति कथ्यन्ते। बीजस्य अन्तः भ्रूणेन सह सञ्चितखाद्यपदार्थः भवति यस्य उपयोगः भ्रूणस्य प्रारम्भिकविकासस्य तथा च अङ्कुरणस्य समये भवति। बीजस्य अवस्थायाः आधारेण एतस्य वर्गस्य पादपानां पुनः वर्गद्वये विभाजनं क्रियते।

अनावृतबीजी नग्नवृक्षोत्पादकपादपाः

आवृतबीजी फलस्य अन्तः बीजोत्पादकपादपाः।

7.4.4 अनावृतबीजी (जिम्नोस्पर्म)

एषः शब्दः ग्रीकभाषायाः द्वयोः जिम्नो तथा च स्पर्मा शब्दयोः मेलनेन निष्पन्नः यस्मिन् जिम्नो शब्दस्य अर्थः अस्ति नग्नं तथा च स्पर्मा शब्दस्य अर्थः अस्ति बीजम् अर्थात् एषः नग्नबीजी पादपः अपि कथ्यते। एषः पादपः बहुवर्षीयः तथा च सर्वकालिकः एवं च काष्ठीयः भवति। उदाहरणार्थम् – पाइनस तथा च साइकस (7.8 चित्रे पश्यन्तु)।



पाइनस



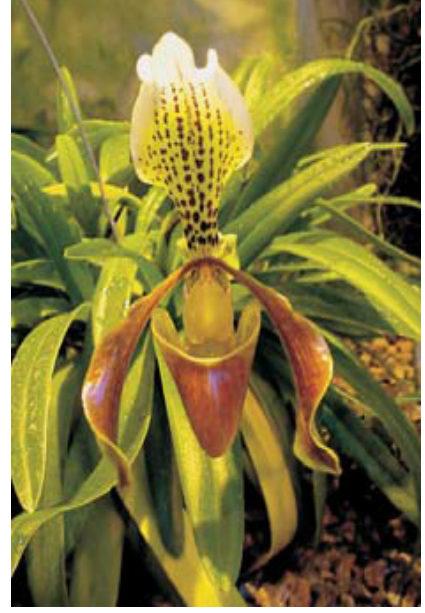
साइकस

चित्रम् 7.8 केचित् नग्नबीजिनः

7.4.5 आवृतबीजी (एंजियोस्पर्म)

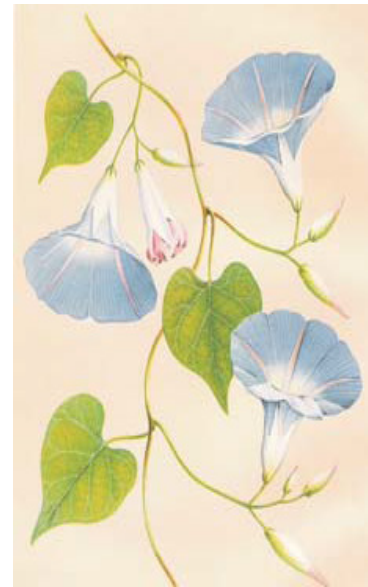
एषः शब्दः ग्रीकभाषायाः द्वयोः एंजियो तथा च स्पर्मा शब्दयोः मेलनेन निर्मितः अस्ति। एंजियो शब्दस्य अर्थः भवति आवृतं तथा च स्पर्मा शब्दस्य अर्थः भवति बीजम् अर्थात् एतेषां पादपानां बीजानि फलानाम् अन्तः आवृतानि भवन्ति। एतेषां बीजानां विकासः अण्डाशयस्य अन्तः भवति यः च अनन्तरं फलरूपेण परिवर्तते। एते

पुष्पपादपाः अपि कथ्यन्ते। एतेषु भोजनस्य सञ्चयः बीजपत्रेषु भवति अथवा पुनः भ्रूणपोषे भवति।

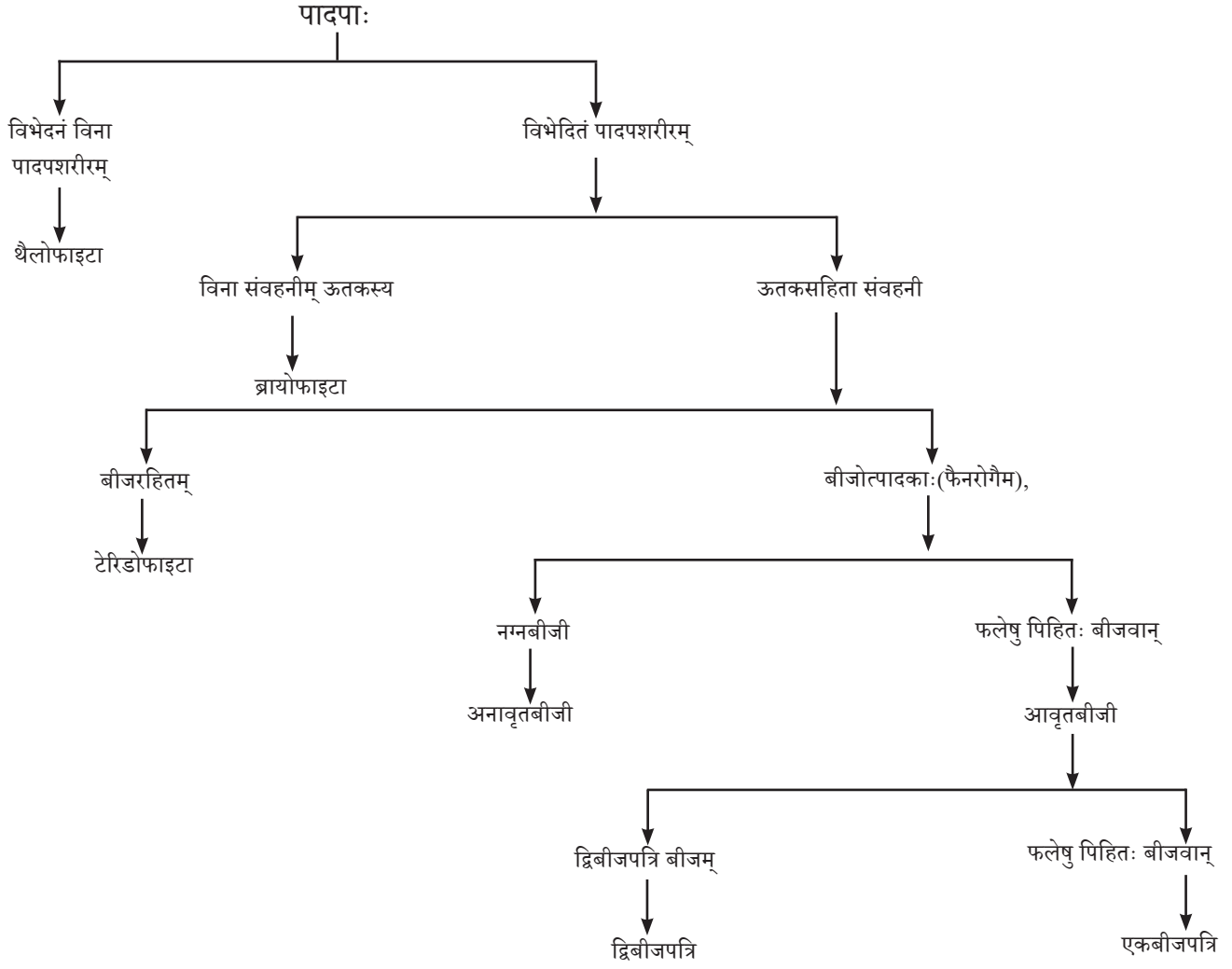


चित्रम् 7.9 एकबीजपत्री (पैडियोपेडिलम)

बीजपत्राणां संख्यायाः आधारेण आवृतबीजिवर्गः भागद्वये वितीर्णम् अस्ति – एकबीजपत्रवन्तः पादपाः एकबीजपत्रिणः तथा च द्विबीजपत्रवन्तः पादपाः द्विबीजपत्रिणः कथ्यन्ते (7.9 तथा च 7.10 चित्रे पश्यन्तु)। पादपानां वर्गीकरणस्य आलेखचित्रं 7.11 चित्रे दर्शितम् अस्ति।



चित्रम् 7.10 द्विबीजपत्री (आइपोमिया)



चित्रम् 7.11 पादपानां वर्गीकरणम्

क्रियाकलापः 7.2

- आर्द्रितं चणकं गोधूमं स्तम्बकरिं हरेणुं तथा च तिन्त्रिणीं स्वीकुर्वन्तु। आर्द्रितानि बीजानि जलस्य अवशोषणकारणेन मदुलानि भवन्ति। एतानि बीजानि भागद्वये विभक्तुं प्रयासं कुर्वन्तु। किम् एतेषां सर्वेषां बीजानि विदीर्णानि भूत्वा समाने भागे वितीर्णानि भवन्ति?
- येषु बीजेषु दलद्वयं दृश्यते तानि द्विबीजपत्रीणि तथा च यानि विदीर्णानि न भवन्ति तथा च द्विदलं न दृश्यते तानि एकबीजपत्रीणि बीजानि कथ्यन्ते। इदानीम् एतेषां पादपानां मूलानि पर्णानि तथा च पुष्पाणि पश्यन्तु।
- किम् एतानि मूलानि मूसलानि अथवा तन्तुमयानि सन्ति?

- किं पर्णेषु समानम् अन्तरम् अथवा जालिकावत् स्नायुविन्यासः अस्ति?
- एतेषां पादपानां पुष्पेषु कति पक्षाः सन्ति?
- किं भवन्तः एकबीजपत्रिणः तथा च द्विबीजपत्रिणः पादपस्य इतोऽपि अधिकं लक्षणं स्वस्य अवलोकनस्य आधारेण लेखितुं शक्नुवन्ति?

प्रश्नः

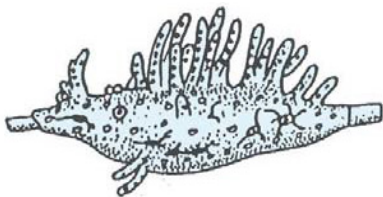
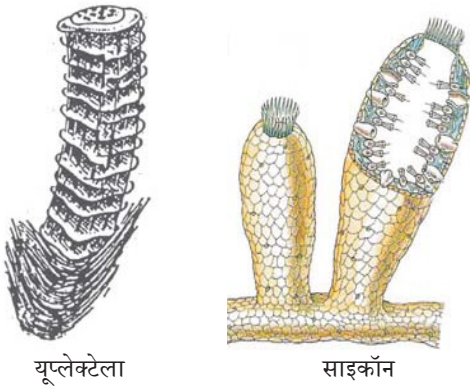
- सरलतमाः पादपाः कस्मिन् वर्गे स्थापिताः सन्ति?
- टेरिडोफाइट तथा च फैनरोगैम मध्ये कः भेदः अस्ति?
- अनावृतबीजी तथा च आवृतबीजी परस्परं केन प्रकारेण भिन्नः अस्ति?

7.5 एनिमेलिया

एतस्मिन् वर्गे सुकेन्द्रिकबहुकोशिकाः तथा च विषमपोषिणः जीवाः स्थापिताः सन्ति। एतेषां कोशिकासु कोशिकाभित्तिः न प्राप्यते। प्रायशः जन्तवः गतिशीलाः भवन्ति। शारीरिकसंरचनायाः तथा च विभेदीकरणस्य आधारेण एतेषाम् अग्रे वर्गीकरणं कृतम् अस्ति।

7.5.1 छिद्रिणः (पोरीफेरा)

पोरीफेरा शब्दस्य अर्थः भवति छिद्रयुक्तः जीवधारी। एते अचलाः जीवाः सन्ति ये केनचित् आधारेण संलग्नाः भवन्ति। एतेषां सम्पूर्णे शरीरे अनेकानि छिद्राणि प्राप्यन्ते। एते शरीरे उपस्थितनलिकाप्रणाल्या संयुक्ताः भवन्ति येन माध्यमेन शरीरे जलस्य प्राणवायोः तथा च भोज्यपदार्थानां सञ्चारः भवति। एतेषां शरीरं कठोरेण आवरणेन अथवा बाह्य-अस्थिपञ्जरेण आवृतं भवति। एतेषां शारीरिकसंरचना अत्यन्तं सरला भवति यत्र ऊतकानां विभेदनं न भवति। एते सामान्यतः जलशोषकानाम्ना ज्ञायन्ते ये च बहुधा सामुद्रिक-आवासे प्राप्यन्ते। उदाहरणार्थम् – साइकॉन, यूप्लेक्टेला, स्पांजिला इत्यादि। कानिचन उदाहरणानि 7.12 चित्रे दर्शितानि सन्ति।

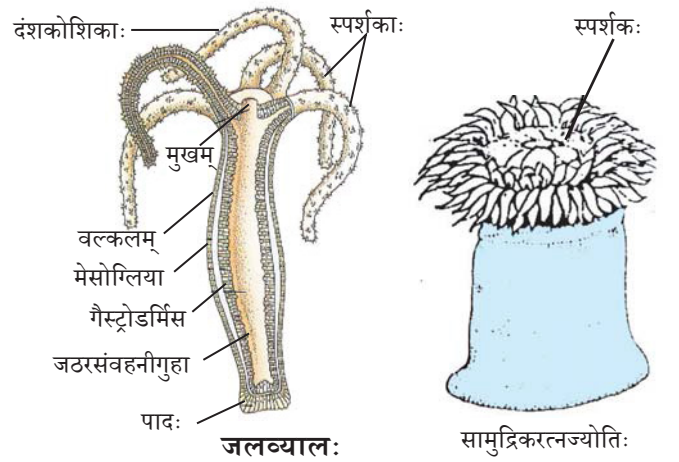


स्पांजिला

चित्रम् 7.12 छिद्रिणः

7.5.2 सीलेंटेरेटा

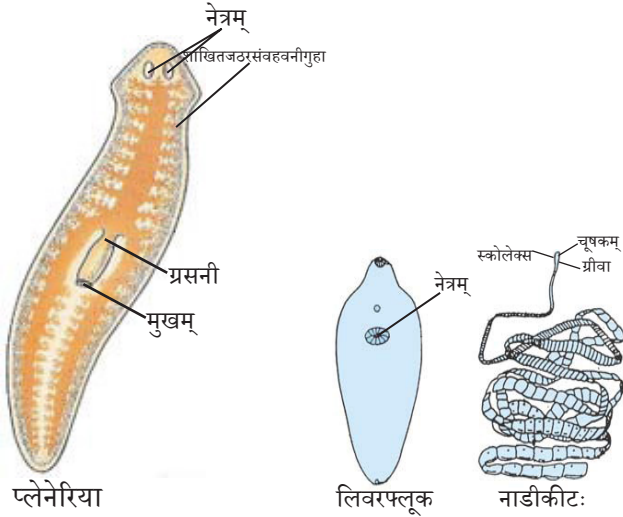
एते जलीयतन्तवः सन्ति। एतेषां शारीरिकं संघटनम् ऊतकीयस्तरस्य भवति। एतेषु काचित् देहगुहा प्राप्यते। एतेषां शरीरं कोशिकानां स्तरद्वयेन (आन्तरिकेण तथा च बाह्यस्तरेण) निर्मितं भवति। एतेषां काश्चन जातयः समूहे प्राप्यन्ते यथा – प्रवालः तथा च काश्चन एकाकिन्यः भवन्ति यथा – जलव्यालः। उदाहरणार्थं – जलव्यालः, सामुद्रिकरत्नज्योतिः, जैलीमत्स्यः इत्यादि (7.13 चित्रे पश्यन्तु)।



चित्रम् 7.13 सीलेंटेरेटा

7.5.3 पृथुकृमिः

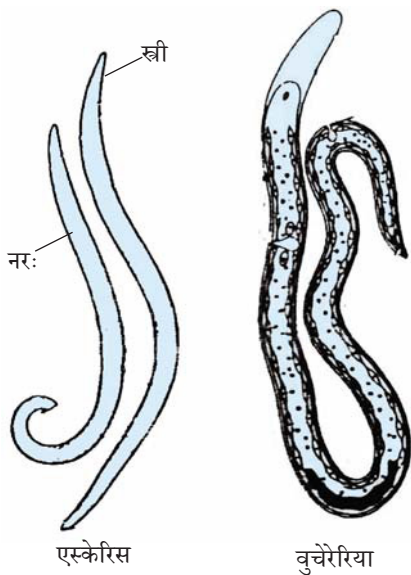
पूर्ववर्णितवर्गाणाम् अपेक्षया एतस्य वर्गस्य जन्तूनां शारीरिकसंरचना अधिका जटिला भवति। एतेषां शरीरं द्विपार्श्वसमसितं भवति अर्थात् शरीरस्य दक्षिणतः तथा च वामतः त्रिकोरकं भवति अर्थात् एतेषाम् उतकविभेदनं त्रिषु कोशिकीयस्तरेषु जातम् अस्ति। एतेन शरीरे बाह्यः तथा च आन्तरिकः द्विविधः अपि स्तरः निर्मितः भवति। तथा च एतेषु कानिचन अङ्गानि अपि निर्मितानि भवन्ति। एतेषु वास्तविकदेहगुहायाः अभावः भवति यस्मिन् सुविकसितम् अङ्गं व्यवस्थितं भवितुं शक्नोति। एतेषां शरीरं पृष्ठधारीयं तथा च चिपिटं भवति अतः चिपिटकृमयः अपि कथ्यन्ते। एतेषु प्लेनेरियासदृशाः केचन स्वच्छन्दजन्तवः तथा च लिवरफ्लूकसदृशाः परजीविनः सन्ति। उदाहरणार्थं 7.14 चित्रं पश्यन्तु।



चित्रम् 7.14 केचन पृथुकृमयः

7.5.4 सूत्रकृमिः

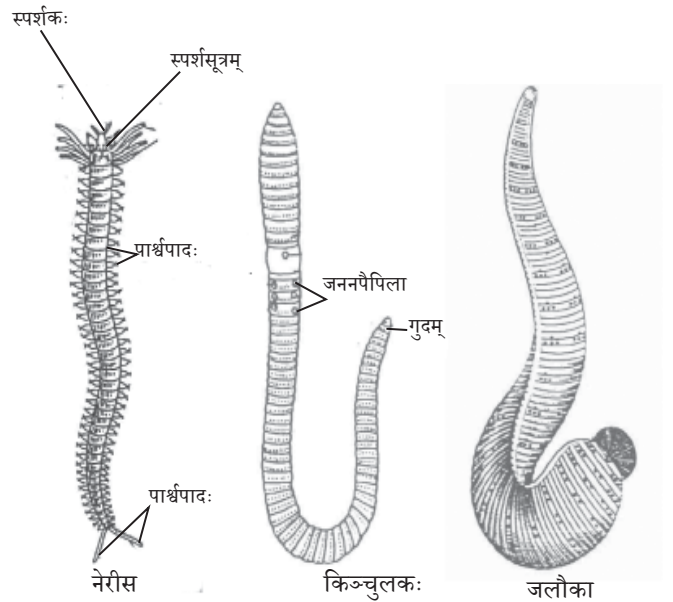
एते अपि त्रिकोरकजन्तवः सन्ति तथा च एतेषु अपि द्विपार्श्वसममितिः प्राप्यते किन्तु एतेषां शरीरं चिपिटं न भवति अपितु वेल्लनाकारं भवति। एतेषां देहगुहा पाषण्डगुहा कथ्यते। एतस्याम् ऊतकानि प्राप्यन्ते किन्तु अङ्गतन्त्राणि पूर्णरूपेण विकसितानि न भवन्ति। एतेषां शारीरिकसंरचना अपि त्रिकोरकी भवति। एते अधिकांशतः परजीविनः भवन्ति। परजीवित्वकारणेन एते अन्यजन्तुषु रोगम् उत्पादयन्ति। उदाहरणार्थम् – गोलकृमिः, फाइलेरियाकृमिः, पिनकृमिः इत्यादि। कानिचन उदाहरणानि 7.15 चित्रे दर्शितानि सन्ति।



चित्रम् 7.15 केचन सूत्रकृमयः (एस्कहेल्मिन्थीज)

7.5.5 वलयिनम्

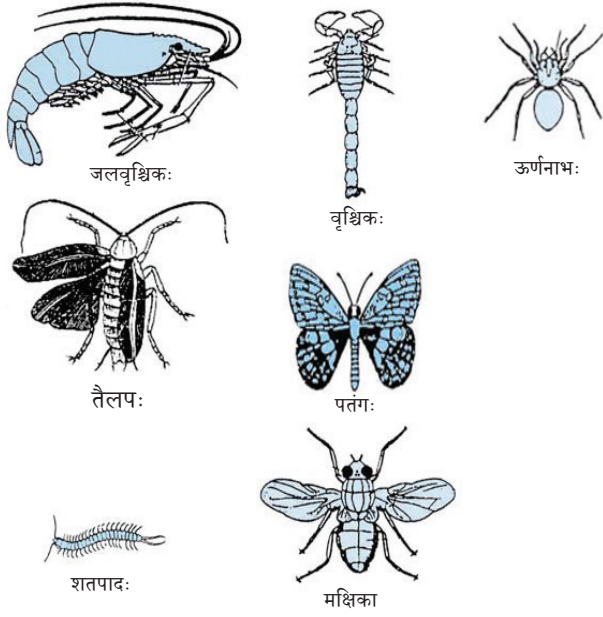
वलयिनजन्तवः द्विपार्श्वसममिताः तथा च त्रिकोरिकाः भवन्ति। एतेषु वास्तविकदेहगुहा अपि प्राप्यते। एतेन वास्तविकम् अङ्गं शारीरिकसंरचनायां निहितं भवति। अतः अङ्गेषु व्यापकभिन्नता भवति। एषा भिन्नता एतेषां शरीरस्य शीर्षात् पुच्छपर्यन्तं एकैकशः खण्डितरूपेण उपस्थिता भवति। जलीयवलयिनं लवणीयजले तथा च अलवणीयजले उभयत्र प्राप्यते। एतस्मिन् संवहनं पाचनम् उत्सर्जनं तथा च तन्त्रिकातन्त्रं प्राप्यते। एते जलीयाः तथा च स्थलीयाः द्विधा अपि भवन्ति। उदाहरणार्थम् – किञ्चुलकः, जलौका, नेरीस इत्यादि (7.16 चित्रे पश्यन्तु)।



चित्रम् 7.16 केचन वलयिनजन्तवः

7.5.6 सन्धिपादः

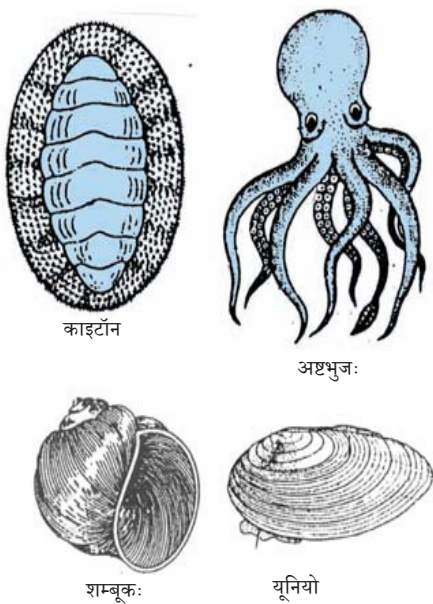
एषः जन्तुलोकस्य अतीव विशालः संघः अस्ति। अत्र द्विपार्श्वसममितिः प्राप्यते तथा च शरीरं खण्डयुक्तं भवति। एतस्मिन् उद्धटितं परिसंचरणतन्त्रं प्राप्यते। अतः रक्तं वाहिकासु न प्रवहति। देहगुहा रक्तपूर्णा भवति। एतस्यां संयुक्तपादाः प्राप्यन्ते। कानिचन सामान्यानि उदाहरणानि सन्ति यथा – जलवृश्चिकः, चित्रपतङ्गः, मक्षिका, ऊर्णनाभः, वृश्चिकः, कर्कटः इत्यादि (7.17 चित्रे पश्यन्तु)।



चित्रम् 7.17 केचन सन्धिपादजीवाः

7.5.7 चूर्णप्रावारः

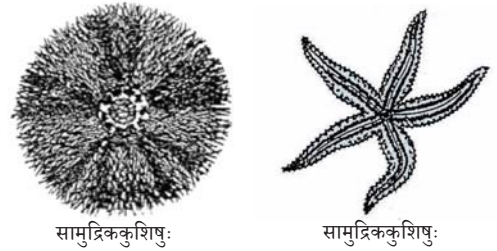
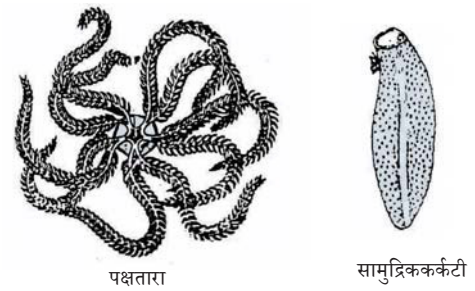
एतस्मिन् अपि द्विपार्श्वीयसममितिः प्राप्यते। एतस्य देहगुहा अतीव न्यूना भवति तथा च शरीरे किञ्चित् विखण्डनं भवति। प्रायशः चूर्णप्रावारजन्तुषु कवकं प्राप्यते। एतस्मिन् उद्धटितं संवहनीतन्त्रं तथा च उत्सर्जनस्य कृते वृक्कसदृशी संरचना प्राप्यते। उदाहरणार्थम् – शम्बूकः, शम्बुकम् इत्यादि (7.18 चित्रे पश्यन्तु)।



चित्रम् 7.18 केचन चूर्णप्रावारजन्तवः

7.5.8 शूलचर्म (इकाइनोडर्मेटा)

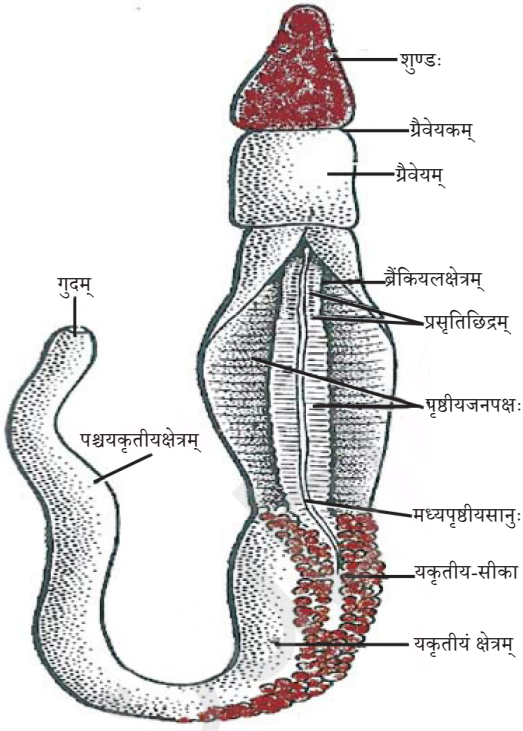
ग्रीकभाषायाम् इकाइनॉस शब्दस्य अर्थः भवति शल्यकण्ठः तथा च डर्मा शब्दस्य अर्थः भवति चर्म। अतः एतेषां जन्तूनां चर्म कण्टकैः आच्छादितं भवति। एते मुक्तजीविनः सामुद्रिकजन्तवः सन्ति। एते देहगुहायुक्ताः त्रिकोरकीजन्तवः सन्ति। एतेषु विशिष्टं जलसंवहननलिकातन्त्रं प्राप्यते यत् तेषां चलने सहायकं भवति। एतेषु छौरैयप्राङ्गारीयस्य अस्थिपञ्जरं तथा च कण्टकं प्राप्यते। उदाहरणार्थम् – तारामीनः, सामुद्रिककुशिषुः इत्यादि (7.19 चित्रे पश्यन्तु)।



चित्रम् 7.19 केचन शूलचर्मजन्तवः

7.5.9 प्रोटोकोर्डेटा

एते द्विपार्श्वसममिताः त्रिकोरकी तथा च देहगुदायुक्ताः जन्तवः सन्ति। एतत् अतिरिच्य एते शारीरिकसंरचनानां कानिचन नूतनानि लक्षणानि दर्शयन्ति यथा पृष्ठरज्जुः। एतानि नूतनानि लक्षणानि एतेषां जीवनस्य कासुचित् अवस्थासु निश्चितरूपेण उपस्थितानि भवन्ति। पृष्ठरज्जुः दण्डसदृशी काचित् दीर्घा संरचना अस्ति या जन्तूनां पृष्ठभागे प्राप्यते। एषा -ऊतकम् आहारनलिकातः भिन्नं करोति। एषा पेशीनां योजनस्य स्थानम् अपि प्रददाति येन चलने सरलता भवेत्। प्रोटोकोर्डेट जन्तुषु जीवनस्य सर्वासु अवस्थासु पृष्ठरज्जुः उपस्थातुं न शक्नोति। ये सामुद्रिकजन्तवः सन्ति। उदाहरणार्थम्- बैलेनाग्लोलस, हर्डमेनिया, एम्फियोक्सस इत्यादि (7.20 चित्रे पश्यन्तु)।



चित्रम् 7.20 एकं प्रोटोकोर्डेट (बैलेनाग्लोलस)

7.5.10 वर्टीब्रेटा (कशेरुकी)

एतेषु जीवेषु वास्तविकः मेरुदण्डः तथा च अन्तः अस्थिपञ्जरं प्राप्यते। एतेन कारणेन जन्तुषु पेशीनां वितरणं भिन्नं भवति तथा च पेश्यः अस्थिपञ्जरेण सह संयुक्ताः भवन्ति याः एतेषां चलने सहायतां कुर्वन्ति।

वर्टीब्रेटद्विपार्श्वसममितत्रिकोरकीदेहगुहामयाः जन्तवः सन्ति। एतेषु ऊतकानां तथा च अङ्गानां जटिलं विभेदनं प्राप्यते। सर्वेषु कशेरुकीजीवेषु अधोलिखितानि लक्षणानि प्राप्यन्ते—

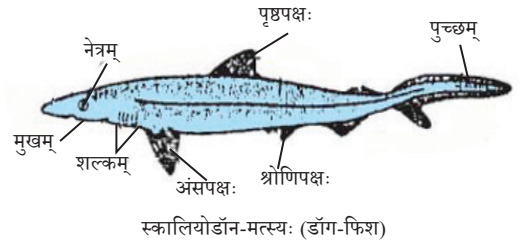
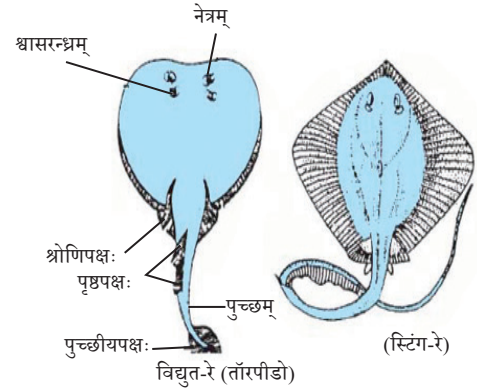
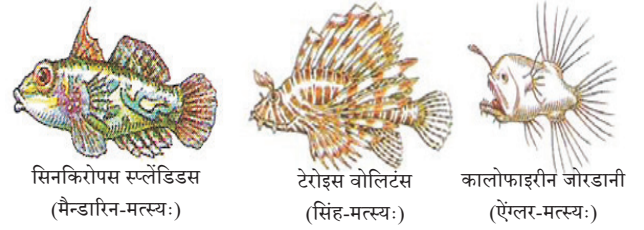
- पृष्ठरज्जुः
- पृष्ठनलीयकशेरुकदण्डः तथा च मेरुदण्डः
- त्रिकोरकीशरीरम्
- युग्मितप्रसृतिस्थूतः
- देहगुहा

वर्टीब्रेटा पञ्चसु वर्गेषु विभक्तम् अस्ति –

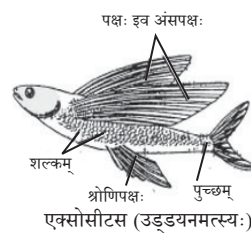
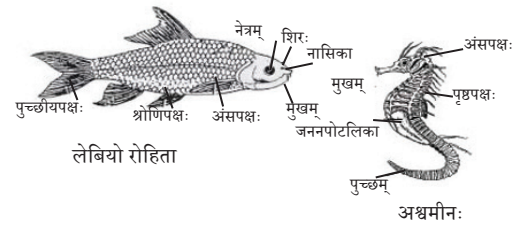
7.5.10 (1) मत्स्यः

एते मत्स्याः सन्ति ये समुद्रे तथा च मधुरे जले उभयत्र प्राप्यन्ते। एतेषां त्वक् शल्केन अथवा पट्टेन आवृता भवति तथा च एते स्वमांसलपुच्छस्य उपयोगं तरणार्थं कुर्वन्ति। एतेषां शरीरं धारारेखीयं भवति। एतेषु श्वसनक्रियायाः कृते शल्कं

प्राप्यते यत् जले विलीनस्य प्राणवायोः उपयोगं करोति। एते असमतापीयाः भवन्ति तथा च एतेषां हृदयं द्विकक्षीयं भवति। एते अण्डं ददति। केषुचित् मत्स्येषु अस्थिपञ्जरं केवलम् उपास्थिनिर्मितं भवति यथा – शार्कमत्स्यः। अन्यप्रकारकेषु मत्स्येषु अस्थिपञ्जरं अस्थिनिर्मितं भवति यथा – ट्यूना, रोहू। उदाहरणार्थं 7.21 चित्रं (क) तथा च (ख) पश्यन्तु।



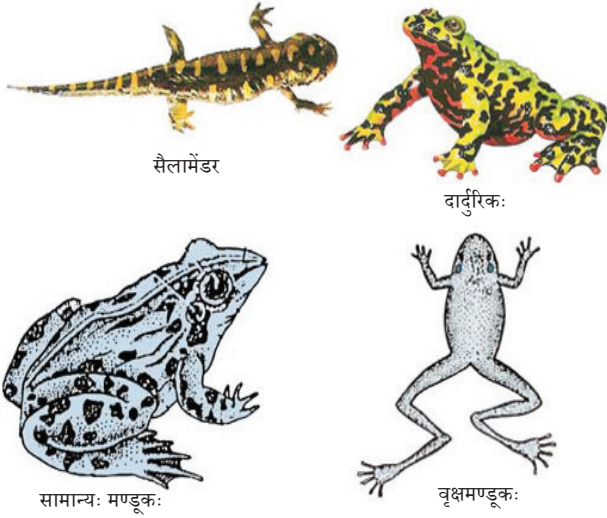
चित्रम् 7.21 (क) केचन मत्स्याः



चित्रम् 7.21 (ख) केचन मत्स्याः

7.5.10 (ख) जलस्थलचरा:

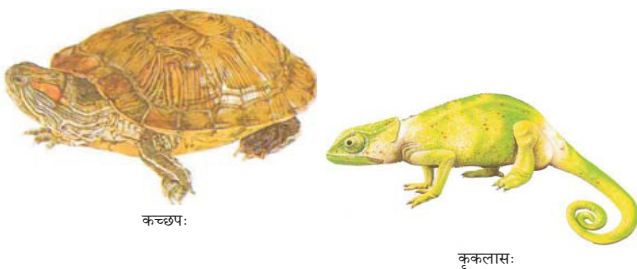
एते मत्स्येभ्यः भिन्नाः भवन्ति यतोहि एतेषु शल्कं न प्राप्यते। एतेषां त्वचि श्लेष्मग्रन्थयः प्राप्यन्ते तथा च हृदयं त्रिकक्षीयं भवति। एतेषु बाह्यम् अस्थिपञ्जरं न भवति। वृक्कः प्राप्यते। श्वसनं शल्कद्वारा अथवा फुफ्फुसद्वारा भवति। एते अण्डदाः जन्तवः सन्ति। एते जले तथा च स्थले उभयत्र स्थातुं शक्नुवन्ति। उदाहरणार्थम् मण्डूकः, सैलामेंडर, दार्दुरिकः इत्यादि (7.22 चित्रे पश्यन्तु)।



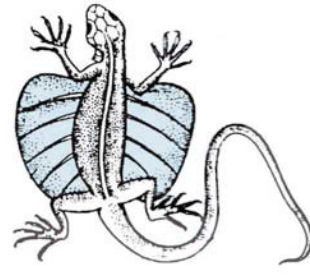
चित्रम् 7.22 केचन जलस्थलचराः जन्तवः

7.5.10 (ग) सरीसृपाः

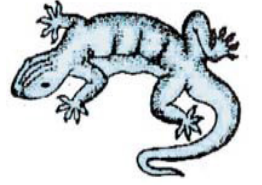
एते असमतापिनः जन्तवः सन्ति। एतेषां शरीरं शल्कद्वारा आवृतं भवति। एतेषु श्वसनं फुफ्फुसद्वारा भवति। हृदयं सामान्यतः त्रिकक्षीयं भवति किन्तु मकरस्य हृदयं चतुष्कक्षीयं भवति। वृक्कः प्राप्यते। एते अपि अण्डदाः प्राणिनः सन्ति। एतेषाम् अण्डानि कठोरेण कवचेन आवृतानि भवन्ति तथा च जलस्थलचराः इव जले अण्डदानस्य आवश्यकता न भवति। उदाहरणार्थम् – कच्छपः, सर्पः, गृहगोधिका, मकरः (7.23 चित्रे पश्यन्तु)।



नागराजः



उड्डयनगृहगोधिका



गृहगोधिका

चित्रम् 7.23 केचन सरीसृपाः

7.5.10 (घ) पक्षिणः

एते समतापिनः प्राणिनः सन्ति। एतेषां हृदयं चतुष्कक्षीयं भवति। एतेषां युगलद्वयं पादाः भवन्ति। एतेषु अग्रिमपादद्वयम् उड्डयनार्थं पक्षरूपेण परिवर्तितं भवति। शरीरं पक्षैः आवृतं भवति। श्वसनं फुफ्फुसद्वारा भवति। एतस्मिन् वर्गे सर्वे अपि पक्षिणः स्थापिताः सन्ति (उदाहरणार्थं 7.24 चित्रं पश्यन्तु)।



श्वेतबकः



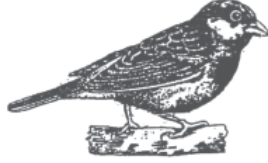
उष्ट्रपक्षी



शिखरी कलहंसः



कपोतः



चटकः

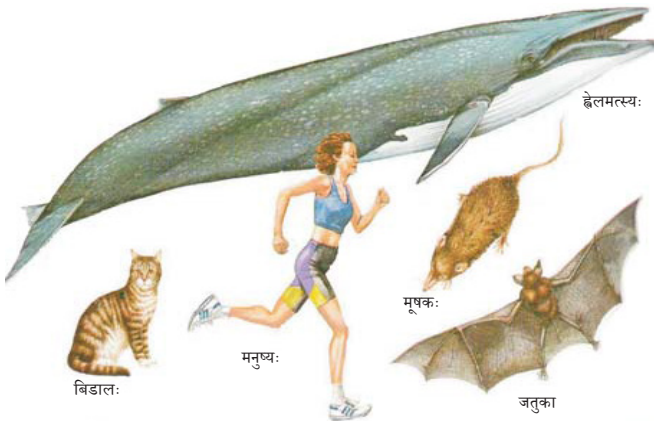


काकः

चित्रम् 7.24 केचन पक्षिणः

7.5.10 (ड) स्तनपायिनः

एते समतापिनः प्राणिनः सन्ति। हृदयं चतुष्कक्षीयं भवति। एतस्य वर्गस्य सर्वेषु जन्तुषु नवजातस्य पोषणार्थं दुग्धग्रन्थयः प्राप्यन्ते। एतेषां त्वचि केशाः, स्वेदः, तैलग्रन्थयः प्राप्यन्ते। एतस्य वर्गस्य जन्तवः शिशूनां जन्मदायकाः भवन्ति यथा इकिडना, प्लैटीपसा। कङ्गारुसदृशेषु केषुचित् स्तनपायिषु अविकसिताः बालाः मार्सूपियमनामकस्यूते तावत् पर्यन्तम् अवलम्बमानाः भवन्ति यावत् पर्यन्तं तेषां पूर्णविकासः न भवति। कानिचन उदाहरणानि 7.25 चित्रे दर्शितानि सन्ति।



चित्रम् 7.25 केचन स्तनपायिनः

प्रश्नः

- छिद्रिणवर्गस्य तथा च सिलेंटेरेटावर्गस्य जन्तुषु कः भेदः अस्ति?
- वलयिनजन्तवः सन्धिपादस्य जन्तुभ्यः केन प्रकारेण भिन्नाः सन्ति?
- जलस्थलचराणां तथा च सरीसृपाणां मध्ये कः भेदः अस्ति?
- पक्षिवर्गस्य तथा च स्तनपायिवर्गस्य जन्तुषु कः भेदः अस्ति?

7.6 नामपद्धतिः

जीवानां वर्गीकृतनाम्नः का आवश्यकता अस्ति?

केरोलसलीनियसस्य जन्म स्वीडनदेशे अभवत्। सः व्यापारेण वैद्यः आसीत् किन्तु पादपानाम् अध्ययने तस्य विशेष-अभिरुचिः आसीत्। यदा सः द्वाविंशतिवर्षीयः अभवत् तदा पादपानाम् उपरि तस्य प्रथमं शोधपत्रं प्रकाशितम् अभवत्। कस्यचित् धनिकस्य भृत्यतां कुर्वन् स्वस्य स्वामिनः उद्याने पादपानां विविधतायाः अध्ययनं कृतवान्। तदनन्तरं सः सिस्टेमा नेचुरी नामकं पुस्तकं लिखितवान् यत् च अग्रे गत्वा विभिन्नवर्गीकरणप्रणालीनाम् आधारः अभवत्। एतस्मिन् विषये तस्य चतुर्दश शोधपत्राणि अपि प्रकाशितानि सन्ति। तेन प्रदत्तायां वर्गीकरणप्रणाल्यां पादपाः सरलक्रमेण एतेन प्रकारेण व्यवस्थातुं शक्यन्ते येन तेषाम् अभिज्ञानं कर्तुं शक्येत।



क्रियाकलापः 7.3

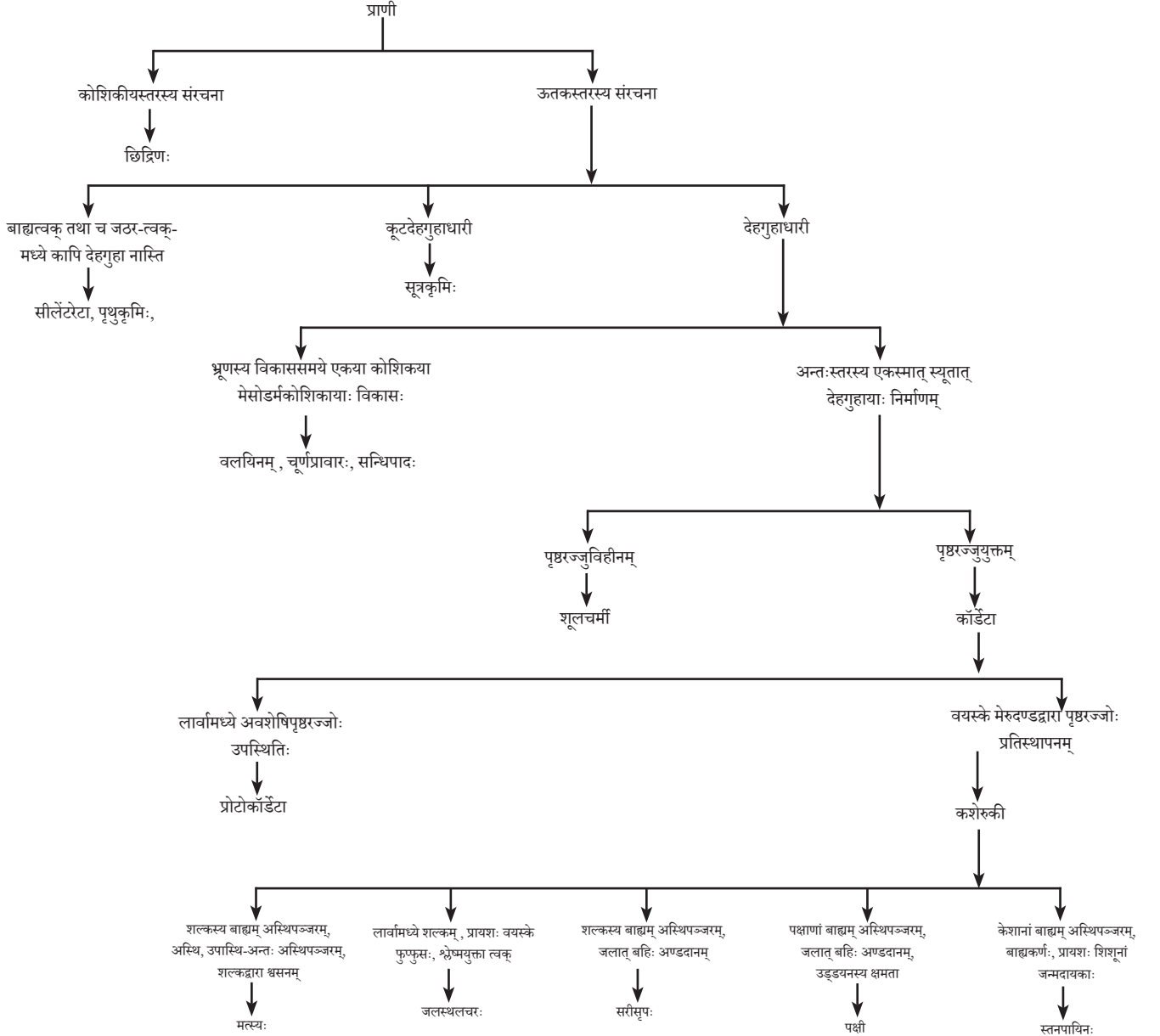
- अधोलिखितानां जन्तूनां तथा च पादपानां यावतीषु अपि भाषासु शक्यते नाम वदन्तु –

- | | | |
|-------------|----------|-------------|
| 1. व्याघ्रः | 2. मयूरः | 3. पिपीलिका |
| 4. निम्बः | 5. कमलम् | 6. आलुकम् |

एतस्मिन् सर्वेषां नामानि भिन्नभिन्नभाषासु भिन्नानि भिन्नानि दत्तानि सन्ति। अतः यदा कश्चित् कस्याञ्चित्

भाषायां जीवस्य वार्ता करोति तदा कदाचित् अन्यभाषायाः ज्ञाता तत् ज्ञातुं न शक्नुयात्। एतस्याः समस्यायाः समाधानं सर्वेषां जीवानाम् एकं वैज्ञानिकं नाम दत्त्वा तेन एव प्रकारेण समाधानम् अन्विष्टं यथा विभिन्नरासायनिकतत्त्वानां सङ्केतेन निरूपणं कृत्वा कृतम् आसीत्। एतेन प्रकारेण

कस्यचित् जीवस्य केवलम् एकम् एव वैज्ञानिकं नाम भवति तथा च सम्पूर्णे अपि संसारे सः तेन एव नाम्ना परिचीयते। नामपद्धतेः कृते वयं यस्याः वैज्ञानिक-पद्धतेः प्रयोगं कुर्मः सा सर्वप्रथमं केरोलसलीनियसेन अष्टादशे शताब्दे आरब्धा आसीत्।



चित्रम् 7.26 जन्तूनां वर्गीकरणम्

वैज्ञानिकनामपद्धतिप्र समानतायाः तथा च असमानतायाः उपरि निर्भरं करोति। यद्यपि नामपद्धतौ वयं जीवानां वर्गीकरणस्य सर्वान् पदानुक्रमान् ध्याने न स्थापयामः तथापि केवलं जातिं तथा च उपजातिम् एव ध्याने स्थापयामः। नामपद्धतेः कृते केषुचित् विशेषविषयेषु विचारः क्रियते। यथा –

1. जातेः(जीनस) नाम्नः आंग्लभाषायाः दीर्घ-अक्षरेण आरम्भः भवेत्।
2. प्रजातेः नाम्नः लघु-अक्षरेण आरम्भः भवेत्।
3. प्रकाशितरूपेण वैज्ञानिकनामानि इटैलिकद्वारा लिख्यन्ते।

4. यदा एतत् हस्तेन लिख्यते तदा जाते: तथा च उपजाते: उभयोः अपि भिन्नं भिन्नं रेखाङ्कनं क्रियते।

केषाञ्चित् पञ्चानां जन्तूनां तथा च पादपानां वैज्ञानिकनाम्नाम् अन्वेषणं कुर्वन्तु। किम् एतेषां वैज्ञानिकनाम्नां तथा च सामान्यनाम्नां मध्ये काचित् समानता अस्ति?

क्रियाकलापः _____ 7.4

भवन्तः

किम्

अधिगतवन्तः



- वर्गीकरणं जीवानां विविधतायाः स्पष्टीकरणे सहायकं भवति।
- जीवान् पञ्चसु देशेषु वर्गीकर्तुम् अधस्तनविशेषताः मनसि स्थाप्यन्ते –
 - (a) कोशिकीयसंरचना – अकेन्द्रिकम् अथवा सुकेन्द्रिकम्
 - (b) जीवस्य शरीरम् एककोशिकम् अथवा बहुकोशिकम् अस्ति। बहुकोशिकजीवानां संरचना जटिला भवति।
 - (c) कोशिकाभित्तेः उपस्थितिः तथा च स्वपोषणस्य क्षमता।
- उपर्युक्त-आधारेण सर्वे अपि जीवाः पञ्चसु देशेषु विभक्ताः सन्ति – मोनेरा, प्रोटिस्टा, कवकम्, प्लांटी, एनीमेलिया।
- जीवानां वर्गीकरणं तेषां विकासेन सह सम्बद्धम् अस्ति।
- प्लांटी तथा च एनीमेलिया तस्य क्रमिकशारीरिकजटिलतायाः आधारेण वर्गीकृतम् अस्ति।
- पादपाः पञ्चसु वर्गेषु विभक्ताः सन्ति – शैवालः, ब्रायोफाइटा, टेरीडोफाइटा, अनावृतबीजी, आवृतबीजी।
- जन्तवः दशसमूहेषु विभक्ताः सन्ति – छिद्रिणः, सीलेंटेरेटा, पृथुकृमिः, सूत्रकृमिः, वलयिनम्, सन्धिपादः, चूर्णप्रावारः, शूलचर्मी, प्रोटोकोर्डेटा, तथा च कॉर्डेटा।
- द्विपदनामपद्धतिः जीवानां शुद्धपरिचये सहायतां करोति।
- द्विपदनामपद्धतौ प्रथमं नाम जातेः तथा च द्वितीयं नाम उपजातेः भवति।

अभ्यासः



1. जीवानां वर्गीकरणेन कः लाभः अस्ति?
2. वर्गीकरणे पदानुक्रमनिर्धारणस्य कृते द्वयोः लक्षणयोः मध्ये भवन्तः कस्य लक्षणस्य चयनं करिष्यन्ति?
3. जीवानां पञ्चसु देशेषु वर्गीकरण-आधारस्य व्याख्यां कुर्वन्तु।
4. पादपदेशस्य प्रमुखवर्गाः के सन्ति? एतस्य वर्गीकरणस्य कः आधारः अस्ति?
5. जन्तूनां तथा च पादपानां वर्गीकरणस्य आधारे मूलः भेदः कः अस्ति?
6. वर्टीब्रेटा (कशेरुकप्राणिनां) विभिन्नवर्गेषु विभाजनस्य आधारस्य व्याख्यां कुर्वन्तु।

अध्यायः 8

गतिः (motion)

दैनिकजीवने वयं कानिचन वस्तूनि विरामावस्थायां तथा च कानिचन गतिशीलावस्थायां पश्यामः। पक्षिणः डयन्ते, मत्स्याः तरन्ति, नाडीषु तथा च धमनीषु रक्तस्य प्रवाहः भवति तथा च यानानि चलन्ति। परमाणुः अणुः ग्रहाः नक्षत्राणि आकाशगङ्गाः एते सर्वे अपि गतिशीलाः सन्ति। वयं प्रायः एतत् एव अवगच्छामः यत् किञ्चन वस्तु तदानीम् एव गतौ भवति यदा तत् समयेन सह स्वस्थितिं परिवर्तयति। तथापि तादृश्यः बह्व्यः अवस्थाः सन्ति यत्र गतेः अस्तित्वस्य परोक्षं साक्ष्यम् अस्ति। उदाहरणार्थं वयं वायोः गतेः अनुमानं धूलकणानां डयनेन अथवा पादपस्य शाखानां तथा च पर्णानां कम्पनेन कुर्मः। सूर्योदयस्य सूर्यास्तस्य वातावरणस्य च परिवर्तनस्य परिघटनानां किं कारणम् अस्ति? किम् एतत् पृथिव्याः गतेः कारणम् अस्ति? यदि एतत् सत्यम् अस्ति तर्हि वयं पृथिव्याः गतेः अनुमानं प्रत्यक्षरूपेण किमर्थं कर्तुं न शक्नुमः?

कस्यचित् जनस्य कृते किञ्चन वस्तु गतिशीलं प्रतीतं भवति किन्तु अन्यस्य कृते स्थिरम्। गतिं कुर्वतः बसयानस्य यात्रिकाणां कृते मार्गम् उभयतः आरोपिताः पादपाः पृष्ठतः गच्छन्तः गतिशीलाः प्रतीयन्ते। किन्तु मार्गस्य तटे स्थितः कश्चित् जनः बसयानेन सह यात्रिणः अपि गतिं कुर्वतः प्राप्नोति। यद्यपि बसयानस्य अन्तः उपविष्टः कश्चित् जनः स्वसहयात्रिणं विरामावस्थायां प्राप्नोति। एतत् अवलोकनं कं सङ्केतं करोति?

बह्व्यः गतयः जटिलाः भवन्ति। कानिचन वस्तूनि साक्षात् रेखायां, कानिचन वस्तूनि वृत्तीयमार्गे गतिशीलानि भवन्ति। कानिचन घूर्णनं कर्तुं शक्नुवन्ति तथा च कानिचन कम्पनं कर्तुं शक्नुवन्ति। एतादृशी स्थितिः अपि भवितुम् अर्हति यत्र एताः क्रियाः सह एव भवन्ति। एतस्मिन् अध्याये वयं सर्वप्रथमं सरलरेखायां गतिशीलानां वस्तूनां वर्णनं कुर्मः। वयम् एतादृशीं गतिं साधारणसमीकरणद्वारा तथा च आलेखद्वारा व्यक्तं कर्तुम् अपि ज्ञास्यामः। अनन्तरं वयं

वृत्तीयगतेः विषये चर्चा करिष्यामः।

क्रियाकलापः 8.1

- भवतः कक्ष्यायाः भित्तिः विरामावस्थायाम् अस्ति अथवा गतौ, चर्चा कुर्वन्तु।

क्रियाकलापः 8.2

- किं भवन्तः कदापि अनुभूतवन्तः यत् यस्मिन् भवन्तः उपविष्टाः सन्ति तत् रेलयानं गतिं कुर्वत् प्रतीयते किन्तु वस्तुतः तत् विरामावस्थायाम् अस्ति? एतस्य बिन्दोः उपरि चर्चा कुर्वन्तु तथा च विचाराणाम् आदानप्रदानं कुर्वन्तु।

चिन्तयन्तु तथा च कुर्वन्तु

वयं कदाचित् अस्माकं परिसरस्य वस्तूनां गतिकारणेन सङ्कटग्रस्ताः भवामः, विशेषतः यदि सा गतिः अनियमिता तथा च अनियन्त्रिता भवति यथा – जलप्लावितनद्यां, चक्रवाते, भूकम्पतरङ्गे च दृष्टम् अस्ति। अपरत्र नियन्त्रिता गतिः मानवस्य सेवायां सहायिका भवितुम् अर्हति यथा – जलद्वारा विद्युत्-शक्तेः उत्पादनम् । किं भवन्तः अनुभवन्ति यत् केषाञ्चन वस्तूनाम् अनियमितगतेः अध्ययनं तथा च तेषां नियन्त्रणविषये ज्ञानम् आवश्यकम् अस्ति?

8.1 गतेः वर्णनम्

वयं कस्यचित् वस्तुनः स्थितिं कञ्चन निर्देशबिन्दुं निर्धार्य व्यक्तं कर्तुं शक्नुमः।

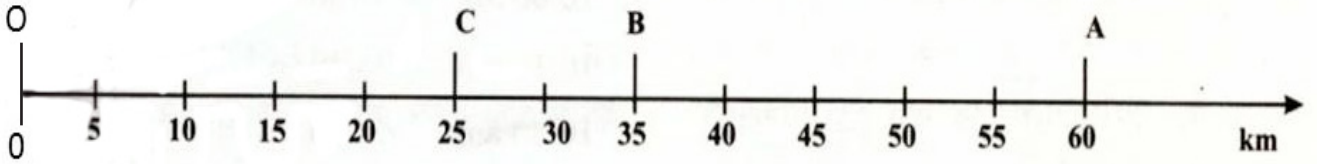
आगच्छन्तु वयम् एतत् केनचित् उदाहरणमाध्यमेन अवगच्छामः। चिन्तयन्तु कस्मिंश्चित् ग्रामे कश्चन विद्यालयः रेलस्थानकतः 2 km उत्तरदिशि अस्ति। वयं विद्यालयस्य स्थितिं रेलस्थानकस्य सापेक्षं निर्धारितवन्तः। एतस्मिन् उदाहरणे रेलस्थानकं बिन्दुः अस्ति। वयम् अन्यनिर्देशबिन्दूनाम् अपि स्वसुविधानुसारं चयनं कर्तुं

शक्नुमः। अतः कस्यचित् वस्तुनः स्थितिं ज्ञापयितुम् एकस्य निर्देशबिन्दोः आवश्यकता भवति यः च मूलबिन्दुः कथ्यते।

8.1.1 सरला रेखीयगतिः

गतेः सर्वसाधारणप्रकारः रेखीया गतिः अस्ति। अस्माभिः सर्वप्रथमं कस्यचित् उदाहरणस्य माध्यमेन एतस्य व्यक्तीकरणं ज्ञातव्यं भविष्यति। चिन्तयन्तु किञ्चन वस्तु सरलरेखीयमार्गे गतिशीलम् अस्ति। वस्तु स्वगतेः बिन्दु “O” तः प्रारम्भं करोति। यः निर्देशबिन्दुः वक्तुं शक्यते (8.1 चित्रे)। चिन्तयन्तु भिन्नभिन्नक्षणेषु क ख ग वस्तूनां स्थितेः प्रदर्शनं कुर्वन्ति। प्रथमम् एतत् ग तथा च ख-द्वारतः निर्गच्छति एवं च क-प्रति प्राप्नोति। तत्पश्चात् एतत् तस्मिन् मार्गे प्रत्यागच्छति तथा च ख-द्वारतः निर्गच्छत् ग-पर्यन्तं प्राप्नोति।

वस्तुद्वारा निश्चिता सर्वा अपि दूरता $OA + AC$ अस्ति अर्थात् $60 \text{ km} + 35 \text{ km} = 95 \text{ km}$ । एषा वस्तुद्वारा निश्चिता दूरता अस्ति। कस्यचित् वस्तुनः दूरतां व्यक्तीकर्तुम् अस्माकं कृते केवलम् अङ्कीयमानस्य आवश्यकता भवति न तु गतेः दिशः। केचन तादृशाः राशयः भवन्ति ये केवलं तेषाम् अङ्कीयमानद्वारा व्यक्तीकर्तुं शक्यन्ते। कस्यचित्



एतेन प्रकारेण द्वयोः विभिन्नयोः भौतिकराशयोः दूरताविस्थापनयोः प्रयोगः वस्तुनः पूर्णगतिप्रक्रियायाः व्यक्तीकरणे तथा च प्रदत्ते समये वस्तुनः प्रारम्भिकस्थितेः सापेक्षम् अन्तिमस्थितेः ज्ञाने क्रियते।

क्रियाकलापः 8.3

- एकमानमापिकां तथा च एकां दीर्घां रज्जुं स्वीकुर्वन्तु। शिष्यकन्दुकं प्राङ्गणस्य एकस्मात् कोणात् कोणान्तरपर्यन्तं तस्य तटं स्पृशन् गच्छेत्।
- आत्मना निश्चिता दूरता तथा च विस्थापनपरिमाणं मापयन्तु।
- द्वयोः भौतिकराशयोः मापने भवन्तः कं भेदं प्राप्नुवन्ति?

भौतिकराशेः अङ्कीयमानं तस्य परिणामः अस्ति। एतेन उदाहरणेन किं भवन्तः वस्तुनः प्रारम्भिकस्थितेः O तः तस्याः अन्तिमस्थिति C पर्यन्तं दूरतां ज्ञातुं शक्नुवन्ति? एषा दूरता भवतां कृते A - तः निर्गच्छन्ती O - तः C - पर्यन्तं विस्थापनस्य अङ्कीयमानं दास्यति। वस्तुतः न्यूनतमदूरता वस्तुनः विस्थापनं कथ्यते।

किं विस्थापनस्य परिणामः वस्तुद्वारा निश्चितदूरतासमः भवितुम् अर्हति? 8.1 चित्रे प्रदत्तम् उदाहरणं स्वीकुर्वन्तु। O - तः A - पर्यन्तं वस्तुनः गतेः कृते निश्चिता दूरता 60 km अस्ति तथा च विस्थापनस्य परिमाणम् अपि 60 km अस्ति। O - तः A - प्रति तथा च पुनः B - पर्यन्तं गतिसमये निश्चिता दूरता $= 60 \text{ km} + 25 \text{ km} = 85 \text{ km}$, किन्तु विस्थापनस्य परिमाणं (35 km) निश्चितदूरतासमं न भविष्यति। पुनः वयं द्रक्ष्यामः यत् गतिसमये विस्थापनस्य परिमाणं शून्यं भवितुम् अर्हति किन्तु निश्चितदूरता शून्या न भविष्यति। यदि वयं चिन्तयामः यत् वस्तु गतिं कुर्वत् पुनः O पर्यन्तं गच्छति तर्हि प्रारम्भिकस्थितिः तथा च अन्तिमस्थितिः सम्पाती भवति। अतः विस्थापनं शून्यम् अस्ति। यद्यपि एतस्यां यात्रायां निश्चिता दूरता $OA + AO = 60 \text{ km} + 60 \text{ km} = 120 \text{ km}$ अस्ति।

क्रियाकलापः 8.4

- स्वचलितवाहनेषु किञ्चन यन्त्रं स्थापितं भवति यत् तस्य माध्यमेन निश्चितां दूरीं प्रदर्शयति। एतत् यन्त्रम् ओडोमानं कथ्यते। एकं कारयानं भुवनेश्वरतः देहलीं प्रति नीयते। ओडोमानस्य अन्तिमस्य पाठ्याङ्कस्य तथा च आरम्भिकस्य पाठ्याङ्कस्य माध्यमिकः भेदः 1850 km अस्ति।
- भारतस्य मार्गमानचित्रस्य साहाय्येन भुवनेश्वरस्य तथा च देहल्याः माध्यमिकविस्थापनस्य परिमाणं जानन्तु।

प्रश्नः

1. केनचित् वस्तुना काचित् दूरता निश्चिता। किम् एतस्याः विस्थापनं शून्यं भवितुम् अर्हति? यदि आम् तर्हि स्वस्य उत्तरम् उदाहरणमाध्यमेन बोधयन्तु।
2. कश्चित् कृषकः 10 मानभुजावतः कस्यचित् वर्गाकारस्य क्षेत्रस्य सीमायां 40 s मध्ये भ्रमणं करोति। 2 निमेष-20-क्षणानन्तरं कृषकस्य विस्थापनस्य परिमाणं किं भविष्यति?
3. विस्थापनस्य कृते अधोलिखितेषु किं सम्यक् अस्ति?
 - (a) एतत् शून्यं भवितुं न अर्हति।
 - (b) एतस्य परिमाणं वस्तुद्वारा निश्चितदूरतातः अधिकम् अस्ति।

8.1.2 समानगतिः असमानगतिः च

चिन्तयन्तु किञ्चन वस्तु कस्याश्चित् सरलरेखायाः उपरि चलति। चिन्तयन्तु प्रथमे क्षणे एतत् 50 मानं, द्वितीये क्षणे 50 मानं, तृतीये क्षणे 50 मानं, चतुर्थे क्षणे 50 मानं दूरतां निश्चिनोति। एतस्यां स्थितौ वस्तु प्रत्येकं क्षणे 50 मानस्य दूरतां निश्चिनोति यतोहि वस्तु समानसमयान्तराले समानदूरतां निश्चिनोति तर्हि तस्य गतिः समानगतिः कथ्यते। एतादृश्यां गतौ समयान्तरालं लघु भवेत्। वयं दैनिकजीवने प्रायः पश्यामः यत् वस्तूनां माध्यमेन समानसमयान्तराले असमानदूरता निश्चीयते। उदाहरणार्थ – सम्मर्दमये मार्गे गच्छत् यानम् अथवा उद्याने धावन् कश्चन जनः। एतानि समानगतेः कानिचन उदाहरणानि सन्ति।

क्रियाकलापः 8.5

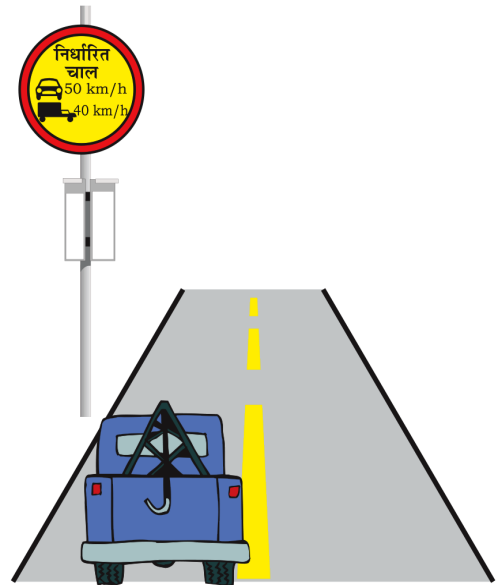
- द्वयोः वस्तुनोः क-ख- गत्या सम्बन्धितः दत्तांशः 8.1 सारण्यां दर्शितः अस्ति।
- ध्यानेन पश्यन्तु तथा च वदन्तु यत् वस्तूनां गतिः समाना अस्ति अथवा असमाना।

सारणी 8.1

समयः	वस्तु क - द्वारा निश्चिता दूरता माने	वस्तु ख - द्वारा निश्चिता दूरता माने
------	--------------------------------------	--------------------------------------

9:30 am	10	12
9:45 am	20	19
10:00 am	30	23
10:15 am	40	35
10:30 am	50	37
10:45 am	60	41
11:00 am	70	44

8.2 गतेः परिमाणस्य मापनम्



(b)

चित्रम् 8.2

8.2 चित्रे दत्तां स्थितिं पश्यन्तु। 8.2 (क) मध्ये यदि कन्दुकस्य गतिः 143 km/h अस्ति तर्हि एतस्य कः अर्थः अस्ति? 8.2 (ख) मध्ये दत्तेन पीतफलकेन किं तात्पर्यम् अस्ति? काञ्चित् दत्तां निश्चितां दूरतां निश्चेतुं भिन्नानि भिन्नानि

वस्तुनि भिन्नं भिन्नं समयं स्वीकुर्वन्ति। एतेषु कानिचन त्वरया चलन्ति कानिचन मन्दम्। वस्तूनां गतेः परिमाणं भिन्नं भिन्नं भवितुम् अर्हति। भिन्नानि भिन्नानि वस्तूनि समानपरिमाणेन अपि गतिं कर्तुं शक्नुवन्ति।

वस्तुद्वारा घटकसमये निश्चितायाः दूरतायाः उपयोगेन तस्य वस्तुनः गतेः परिमाणं प्राप्तुं शक्यते। एषः राशिः गतिः कथ्यते। गतेः मात्रकं मानं (मीटर प्रति सेकेण्ड) प्रतिक्षणम् अस्ति। एतत् $m s^{-1}$ चिह्नद्वारा प्रदर्श्यते।

गतेः अन्यत् मानं प्रतिक्षणं (सेंटीमीटर) ($cm s^{-1}$) तथा च महानल्वं प्रतिघण्टा ($km h^{-1}$) अस्ति। वस्तुनः गतेः व्यक्तीकरणाय केवलं तस्य परिमाणस्य आवश्यकता भवति। एतत् आवश्यकं नास्ति यत् वस्तुनः गतिः नियता भवेत्। प्रायशः अवस्थासु वस्तूनि असमानगतौ भविष्यन्ति। अतः वयं तेषां वस्तूनां गतेः परिमाणं तस्य सामान्यगतिरूपेण व्यक्तं कुर्मः। वस्तुनः सामान्यगतिः तस्य माध्यमेन निश्चिता सर्वापि दूरता समस्तसमयावधिना विभज्य प्राप्तुं शक्यते।

$$\text{सामान्यगतिः} = \frac{(\text{निश्चिता समस्तदूरता})}{(\text{समस्त-समयावधिः})}$$

यदि एकं वस्तु t समये s दूरीं पर्यटति तर्हि एतस्य गतिः u अस्ति,

$$u = \frac{s}{t} \quad (8.1)$$

आगच्छन्तु उदाहरणद्वारा एतत् अवगच्छामः। एकं कारयानं 2 h मध्ये 100 km दूरीं पर्यटति। एतस्य सामान्यगतिः 50 km अस्ति। कारयानं सम्पूर्णे समये 50 km/h गत्या नैव चलितं स्यात्। कञ्चित् कालम् एतत् इतः अधिकगत्या तथा च कञ्चित् कालम् इतः न्यूनगत्या चलितं स्यात्।

उदाहरणम् 8.1 किञ्चन वस्तु 16 m दूरतां 4 s मध्ये पर्यटति तथा च पुनः 16 m दूरतां 2 s मध्ये पर्यटति। वस्तुनः सामान्यगतिः का भविष्यति?

समाधानम्

वस्तुद्वारा पर्यटिता समस्तदूरता =

$$16 m + 16 m = 32 m$$

$$\text{स्वीकृतः समस्तः समयः} = 4 s + 2 s = 6 s$$

$$\text{सामान्यगतिः} = \frac{(\text{निश्चिता समस्तदूरता})}{(\text{स्वीकृतः समयः})}$$

$$\frac{(32 m)}{(6 s)} = 5.33 m s^{-1}$$

अतः वस्तुनः सामान्यगतिः $5.33 m s^{-1}$ अस्ति।

8.2.1 दिशा सह गतिः

कस्यचित् वस्तुनः गतेः परिमाणम् इतोऽपि व्यापकं भवितुम् अर्हति यदि वयं तस्य गत्या सह दिशम् अपि व्यक्तां कुर्मः। सः राशिः यः एतत् पक्षद्वयम् अपि व्यक्तं करोति सः वेगः कथ्यते। अतः निश्चितायां दिशि गतिः वेगः कथ्यते। कस्यचित् वस्तुनः वेगः समानः अथवा असमानः भवितुम् अर्हति। एषः वस्तुनः वेगेन, गत्याः दिशा अथवा द्वयोः परिवर्तनेन सह परिवर्तितः भवितुं शक्नोति। यदा किञ्चन वस्तु सरलरेखायां परिवर्तमानया गत्या सह गतिं करोति तदा वयम् एतस्य गतेः परिमाणं सामान्यवेगद्वारा व्यक्तं कर्तुं शक्नुमः। एतस्य परिकलनं सामान्यगतेः परिकलनेन समानम् एव भवति।

यदि वस्तुनः वेगः समानरूपेण परिवर्तितः भवति तर्हि प्रदत्तस्य प्रारम्भिकवेगस्य तथा च अन्तिमवेगस्य अङ्कगणितीयमाध्यमेन सामान्यवेगः प्राप्तुं शक्यते।

$$\text{सामान्यवेगः} = \frac{(\text{प्रारम्भिकवेगः} + \text{अन्तिमवेगः})}{2}$$

$$u_{av} = \frac{(u + v)}{2} \quad (8.2)$$

यत्र u_{av} सामान्यवेगः अस्ति, u प्रारम्भिकवेगः अस्ति तथा च v वस्तुनः अन्तिमः वेगः अस्ति। गतेः तथा च वेगस्य द्वयोः मात्रकं समानं भवति अर्थात्, $m s^{-1}$ अथवा m/s इति।

क्रियाकलापः 8.6

- स्वस्य गृहतः बसस्थानकस्य अथवा विद्यालयस्य गमने व्यतीतस्य समयस्य मापनं कुर्वन्तु। यदि भवन्तः चिन्तयन्ति यत् भवतां पदयात्रायाः सामान्यगतिः $4 km/h$ अस्ति तर्हि स्वस्य गृहतः बसस्थानकस्य अथवा विद्यालयस्य दूरता का इति आकलनं कुर्वन्तु।

क्रियाकलाप: 8.7

- यदा आकाशः मेघैः आवृतः भवति तदा सौदामिन्याः प्रकाशस्य तथा च मेघानां गर्जनस्य क्रिया पुनः पुनः भवितुं शक्नोति। पूर्वं सौदामिन्याः प्रकाशः दृश्यते अनन्तरं मेघानां गर्जनस्य ध्वनिः भवतां पार्श्वे प्राप्नोति।
- किं भवन्तः वक्तुं शक्नुवन्ति यत् एवं किमर्थं भवति?
- एतेषां मध्ये समयान्तरालं कयाचित् आधुनिकहस्तघट्ट्या अथवा विरामघट्ट्या मापनं कुर्वन्तु।
- सौदामिन्याः प्रकाशस्य निकटतमबिन्दोः दूरतायाः परिकलनं कुर्वन्तु। (वायौ ध्वनेः गतिः 346 m s^{-1} अस्ति।)

प्रश्नः

- गतिवेगयोः भेदं वदन्तु।
- कस्याम् अवस्थायां कस्यचित् वस्तुनः सामान्यवेगस्य परिमाणं तस्य सामान्यगत्या समं भविष्यति?
- कस्यचित् यानस्य ओडोमानं कस्य मापनं करोति?
- यदा वस्तु समानगतौ भवति तदा एतस्य मार्गः कथं दृश्यते?
- कस्यचित् प्रयोगस्य समये, अन्तरिक्षयानात् कश्चन सङ्केतः पृथिवीं प्रति आगमने पञ्चनिमेषात्मकं समयम् अपेक्षते। पृथिव्यां स्थितात् स्थानकात् तस्य अन्तरिक्षस्य दूरता का अस्ति? (सङ्केतस्य गतिः = प्रकाशस्य गतिः = $3 \times 10^8 \text{ m s}^{-1}$)

उदाहरणम् 8.2 यात्रायाः आरम्भसमये कारयानस्य ओडोमानं 2000 km प्रदर्शयति तथा च यात्रायाः समाप्तौ 2400 प्रदर्शयति। यदि एतस्यां यात्रायां 8 घण्टाः अपेक्षिताः भवन्ति तर्हि कारयानस्य सामान्यगतिः km h^{-1} तथा च m s^{-1} मध्ये जानन्तु।

समाधानम्

कारयानस्य माध्यमेन पर्यटिता दूरता

$$s = 2400 \text{ km} - 2000 \text{ km} = 400 \text{ km}$$

दूरतापर्यटने अपेक्षितः समस्तः समयः $t = 8$ घण्टाः

कारयानस्य सामान्यगतिः

$$u_{av} = \frac{s}{t} = \frac{400 \text{ km}}{8 \text{ h}} = 50 \text{ km h}^{-1}$$

$$= 50 \frac{\text{km}}{\text{h}} \times \frac{1000 \text{ m}}{1 \text{ km}} \times \frac{1 \text{ h}}{3600}$$

कारयानस्य सामान्यतः गतिः 450 km h^{-1} अथवा 13.9 m s^{-1} अस्ति।

उदाहरणम् 8.3 ऊषा 90 m दीर्घे तडागे तरति। सा एकस्मात् शार्पात् शीर्षान्तरं प्रति सरलरेखीयमार्गेण गच्छति तथा च पुनः आगच्छति। एतस्मिन् समये सा आहत्य 180 m दूरताम् एकनिमेषे पर्यटति। ऊषायाः सामान्यगतिं तथा च सामान्यवेगं जानन्तु।

समाधानम्

ऊषाद्वारा एकनिमेषे पर्यटिता समस्तदूरता 180 m अस्ति।

एकनिमेषे ऊषायाः विस्थापनं = 0 m

$$\text{सामान्यगतिः} = \frac{(\text{निश्चिता समस्तदूरता})}{(\text{स्वीकृतः समस्तसमयः})}$$

$$= \frac{180 \text{ m}}{\text{एकनिमेषः}} \times \frac{180 \text{ m}}{\text{एकनिमेषः}} \times \frac{1 \text{ min}}{60 \text{ s}}$$

$$\text{सामान्यवेगः} = \frac{\text{विस्थापनम्}}{(\text{स्वीकृतः समस्तसमयः})}$$

$$= \frac{0 \text{ m}}{60 \text{ s}}$$

$$= 0 \text{ m s}^{-1}$$

अतः ऊषायाः सामान्यगतिः 3 m s^{-1} अस्ति तथा च सामान्यवेगः 0 m s^{-1} अस्ति।

8.3 वेगे परिवर्तनस्य परिमाणम्

कस्यचित् वस्तुनः समानसरलरेखीयगतिसमये, समयेन सह वेगः नियतः भवति। एतस्याम् अवस्थायां कस्मिंश्चित् अपि समयान्तराले वस्तुनः वेगे परिवर्तनं शून्यम् अस्ति। यद्यपि असमानगतौ वेगः समयेन सह परिवर्तितः भवति। एतस्य मानं विभिन्ने समये तथा च विभिन्नबिन्दूनाम् उपरि भिन्नं

भिन्नं भवति। एतेन प्रकारेण कस्यचित् अपि समयान्तरालस्य उपरि वस्तुनः वेगे परिवर्तनं शून्यं भवति। किम् इदानीं वयं वस्तुनः वेगे परिवर्तनं व्यक्तं कर्तुं शक्नुमः?

एतादृशानां प्रश्नानाम् उत्तरं दातुम् अस्माभिः कस्यचित् अन्यस्य भौतिकराशित्वरणस्य विषये ज्ञातव्यं भविष्यति, यत् च किञ्चन वस्तु प्रति घटकसमये वेगपरिवर्तनस्य मापनम् अस्ति।

$$\text{अर्थात्, त्वरणम्} = \frac{\text{वेगे परिवर्तनम्}}{\text{स्वीकृतः समयः}}$$

यदि कस्यचित् वस्तुनः वेगः प्रारम्भिक u वेगतः t समये परिवृत्त्य v भवति तर्हि त्वरणम् अधोलिखितं भविष्यति।

$$a = \frac{(v-u)}{t} \quad (8.3)$$

एतादृशी गतिः त्वरितगतिः कथ्यते। यदि त्वरणं वेगस्य दिशि अस्ति तर्हि एतत् धनात्मकं स्वीक्रियते तथा च यदि एतत् वेगस्य विपरीतदिशि अस्ति तर्हि एतत् ऋणात्मकं स्वीक्रियते। त्वरणस्य मात्रकं m s^{-2} अस्ति।

यदि किञ्चन वस्तु सरलरेखायां चलति तथा च एतस्य वेगः समानसमयान्तराले समानरूपेण न्यूनः अथवा अधिकः भवति तर्हि वस्तुनः त्वरणं समानत्वरणं कथ्यते। स्वतन्त्ररूपेण पततः कस्यचित् वस्तुनः गतिः समानायाः त्वरितगतेः उदाहरणम् अस्ति। अपरत्र किञ्चन वस्तु असमानरूपेण चलितुं शक्नोति यदि तस्य वेगः असमानरूपेण परिवर्तितः भवति। उदाहरणार्थं यदा किञ्चन कारयानं ऋजुमार्गे चलत् समानसमयान्तराले असमानपरिमाणेन गतिं परिवर्तयति तदा कथ्यते यत् कारयानम् असमानत्वरणेन सह गतिशीलम् अस्ति।

क्रियाकलापः 8.8

भवन्तः दैनिकजीवने विविधाः गतिः पश्यन्तः स्युः, येषु एताः प्रमुखाः सन्ति।

- (a) गतेः दिशि त्वरणम् अस्ति।
- (b) त्वरणं गतेः दिशः विरुद्धम् अस्ति।
- (c) एकसमानं त्वरणम् अस्ति।
- (d) असमानं त्वरणम् अस्ति।

किं भवन्तः उपरि दत्तायाः प्रत्येकं विधायाः गतेः कृते एकैकम् उदाहरणं दातुं शक्नुवन्ति?

उदाहरणम् 8.4 विरामावस्थातः राहुलः स्वीयां द्विचक्रिकां चालयितुम् आरभते तथा च 30 s मध्ये 6 m s^{-1} वेगं प्राप्नोति। सः तथा रोधकं स्थापयति यथा द्विचक्रिकायाः वेगः अग्रिम-5 s मध्ये न्यूनीभूय 4 m s^{-1} भवति। द्वयोः स्थित्योः द्विचक्रिकायाः त्वरणस्य गणनां कुर्वन्तु।

समाधानम्

प्रथमस्थितौ, प्रारम्भिकः वेगः, $u = 0$:

अन्तिकवेगे, $u = 6 \text{ m s}^{-1}$;

समयः, $t = 30 \text{ s}$.

समीकरणतः (8.3), तः,

$$a = \frac{(v-u)}{t}$$

u v तथा च t इत्यादीनां प्रदत्तं मानम् उपरि प्रदत्ते समीकरणे स्थापनेन,

$$a = \frac{(6 \text{ m s}^{-1} - 0 \text{ m s}^{-1})}{30 \text{ s}} = 0.26 \text{ m s}^{-2}$$

द्वितीयावस्थायाम्,

प्रारम्भिकः वेगः $u = 6 \text{ s}^{-1}$;

अन्तिमवेगे, $v = 4 \text{ s}^{-1}$;

समयः, $t = 5 \text{ s}$.

$$\text{तदा, } a = \frac{(4 \text{ m s}^{-1} - 6 \text{ m s}^{-1})}{5 \text{ s}}$$

$$= -0.4 \text{ m s}^{-2}.$$

द्विचक्रिकायाः त्वरणं प्रथमस्थितौ 0.2 m s^{-2} अस्ति तथा च द्वितीयस्थितौ -0.4 m s^{-2} अस्ति।

प्रश्नः

1. भवन्तः कस्यचित् वस्तुनः विषये कदा वदिष्यन्ति यत्,
 - (i) तत् समानत्वरणेन गतौ अस्ति?
 - (ii) तत् असमानत्वरणेन गतौ अस्ति?
2. कस्यचित् बसयानस्य गतिः 5 s मध्ये 80 km h 1 तः न्यूनीभूय 60 km h 1 भवति। बसयानस्य त्वरणं जानन्तु।

3. किञ्चन रेलयानं स्थानकात् चलनम् आरभते तथा च एकसमानत्वरणेन सह चलत् 10 निमेषेषु 40 km h 1 सह गतिं प्राप्नोति। एतस्य त्वरणं जानन्तु।

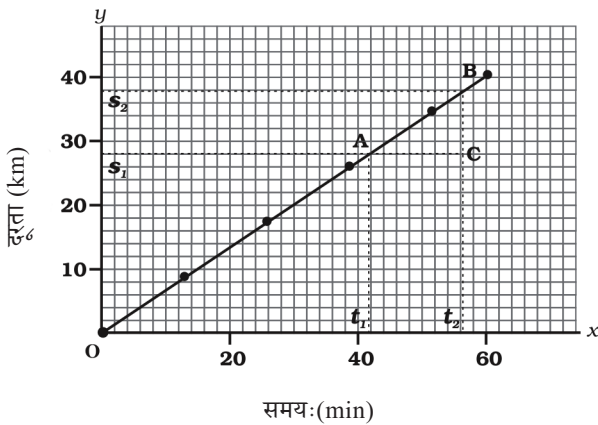
8.4 गते: चित्रात्मकं प्रदर्शनम्

बहूनां घटनानां विषये आधारीयसूचना सुविधाजनकविधिना चित्रणद्वारा प्रदर्शयितुं शक्यते। उदाहरणार्थं कस्याश्चित् एकदिवसीयक्रिकेटस्पर्धायाः प्रसारणे केनचित् दलेन प्रत्येकं षट्के निर्मितानां धावनाङ्कानां परिमाणं प्रायः ऊर्ध्वाधरबारद्वारा प्रदर्श्यते। यथा भवन्तः गणिते पठितवन्तः सन्ति यत् कस्यचित् सरलरेखीयचित्रणस्य साहाय्येन चरयुक्तयोः द्वयोः समीकरणयोः समाधानं ज्ञातुं शक्यते।

कस्यचित् वस्तुनः गतिं दर्शयितुं कस्य रेखीयचित्रणस्य आवश्यकता भवति। एतस्यां स्थितौ रेखाचित्रणं कस्मिंश्चित् भौतिके राशौ निर्भरतां दर्शयति यथा दूरतायाः अथवा वेगस्य द्वितीयः राशिः यथा समये।

8.4.1 दूरतासमयआरेखः

समयेन सह कस्यचित् वस्तुनः स्थितिपरिवर्तनं केनचित् सुविधाजनकमापकेन दूरतासमयचित्रणद्वारा व्यक्तं कर्तुं शक्यते। एतस्मिन् चित्रणे समयः x अक्षे तथा च दूरता y अक्षे प्रदर्श्यते। दूरतासमयचित्रणं विभिन्नावस्थासु प्रदर्शयितुं शक्यते यथा वस्तु एकसमानगत्या अथवा असमानगत्या चलति, विरामावस्थायाम् अस्ति इत्यादि।



चित्रम् 8.3 एकसमानगत्या गतिशीलस्य कस्यचित् वस्तुनः दूरतासमय-आरेखः

वयं जानीमः यत् यदा किमपि वस्तु समानदूरतां समानसमयान्तराले पर्यटति तदा एतस्य गतिः एकसमाना भवति। अतः वस्तुद्वारा पर्यटिता दूरता, स्वीकृतस्य समयस्य अनुक्रमानुपातिनी भवति। एतेन प्रकारेण एकसमानगतेः कृते, समयेन सह पर्यटितायाः दूरतायाः चित्रणं काचित् सरलरेखा अस्ति यथा 8.3 चित्रे प्रदर्शितम् अस्ति। चित्रणस्य OB भागः एतत् दर्शयति यत् दूरता एकसमानपरिमाणात् वर्धते। यद् भवन्तः y अक्षे विस्थापनस्य परिमाणं पर्यटितायाः दूरतायाः समानं स्वीकुर्वन्ति तर्हि भवन्तः एकसमानगतेः स्थाने एकसमानवेगपदस्य अपि प्रयोगं कर्तुं शक्नुवन्ति।

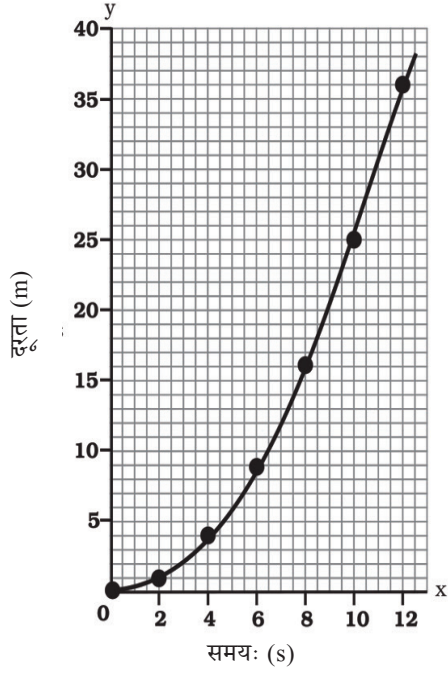
वयं दूरतासमयारेखस्य प्रयोगं वस्तुनः गतेः ज्ञानाय कर्तुं शक्नुमः। एवं कर्तुं 8.3 चित्रे प्रदत्तस्य दूरतासमयआरेखस्य भागं AB स्वीकुर्वन्तु। A बिन्दुतः x अक्षस्य समानान्तरम् एकां रेखां तथा च B बिन्दुतः y अक्षस्य समानान्तरम् एकां रेखां कर्षन्तु। एतत् रेखाद्वयम् अपि c उपरि मिलित्वा किञ्चन त्रिभुजं ABC निर्माति। इदानीम् आरेखे, AC समयान्तरालं $(t_2 - t_1)$ सूचयति। किन्तु BC $(s_2 - s_1)$ दूरतां पर्यटति। अतः वस्तुनः गतिः अधोलिखितरीत्या व्यक्तीकर्तुं शक्यते।

$$u = \frac{s_2 - s_1}{t_2 - t_1} \quad (8.4)$$

वयं त्वरितगतेः कृते अपि दूरतासमयारेखम् अङ्कयितुं शक्नुमः। 8.2 सारण्यां केनचित् कारयानेन 2s इत्यस्य समयान्तराले पर्यटितायाः दूरतायाः प्रदर्शनं कृतम् अस्ति।

सारणी 8.2 कारयानेन नियमितसमये पर्यटिता दूरता

समयः(s)	समयः(m)
0	0
2	1
4	4
6	9
8	16
10	25
12	36

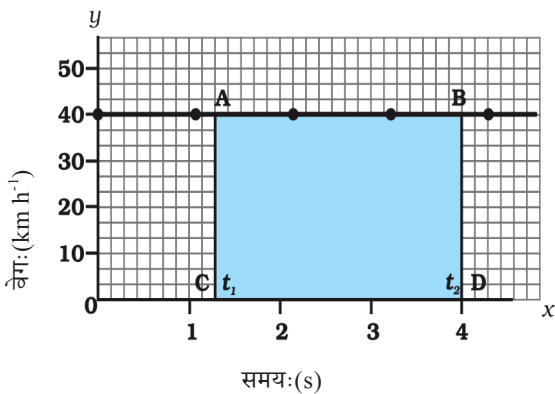


चित्रम् 8.4 असमानगत्या गतिशीलस्य कस्यचित् कारयानस्य दूरतासमयआरेखः

कारयानस्य गते: कृते 8.4 चित्रे दूरतासमयारेखं दर्शितम् अस्ति। ध्यातव्यं यत् एतस्य चित्रणस्य आकृतिः 8.3 चित्रे दत्तात् चित्रणात् भिन्नम् अस्ति। एतस्य चित्रणस्य प्रकृतिः समयेन सह कारयानेन पर्यटितायाः दूरतायाः आरेखीयं परिवर्तनं दर्शयति। एतेन प्रकारेण 8.4 चित्रे दर्शितं चित्रणम् असमानगतिं व्यक्तीकरोति।

8.4.2 वेगसमयआरेखः

कस्याञ्चित् सरलरेखायां चलतः वस्तुनः वेगे समयेन सह परिवर्तनं वेगसमयचित्रणद्वारा दर्शयितुं शक्यते।



चित्रम् 8.5 एकसमानवेगेन गतिशीलस्य कस्यचित् कारयानस्य वेगसमयआरेखः

एतस्मिन् चित्रणे समयः x अक्षे तथा च वेगः y अक्षे दर्शयते। यदि वस्तु एकसमानवेगेन गतिशीलम् अस्ति तर्हि समयेन सह वेगसमयचित्रणस्य उन्नततायां किमपि परिवर्तनं न भविष्यति (8.5 चित्रे)। एतत् x अक्षस्य समानान्तरं काचित् ऋजुरेखा भविष्यति। 8.5 चित्रे किञ्चन कारयानं यत् च 40 km h^{-1} एकसमानवेगेन गतिं कुर्वतः कारयानस्य वेगसमयचित्रणं दर्शितम् अस्ति।

वयं जानीमः यत् एकसमानवेगेन चलतः कस्यचित् वस्तुनः वेगस्य तथा च समयस्य गुणनफलात् विस्थापनं प्राप्यते। वेगसमयचित्रणद्वारा तथा च समय-अक्षद्वारा आवृतक्षेत्रं विस्थापनस्य परिमाणेन समं भवति।

8.5 चित्रात् t_1 तथा च t_2 समयस्य मध्ये कारयानेन पर्यटितां दूरतां ज्ञातुं t_1 तथा च t_2 समयस्य सङ्गतबिन्दुभिः चित्रणस्य उपरि लम्बं कर्षन्तु। 40 km h^{-1} इत्यस्य वेगः उन्नतता AC अथवा BD तथा च समयः $(t_2 - t_1)$ उन्नतता AB द्वारा प्रदर्श्यते।

अतः समयः $(t_2 - t_1)$ मध्ये कारयानेन पर्यटिता दूरता एतेन प्रकारेण व्यक्तीकर्तुं शक्यते –

$$\begin{aligned} s &= AC \times CD \\ &= [(40 \text{ km h}^{-1}) \times (t_2 - t_1) \text{ h}] \\ &= 40 (t_2 - t_1) \text{ km} \\ &= \text{चतुर्भुजं ABDC इत्यस्य क्षेत्रफलं} \end{aligned}$$

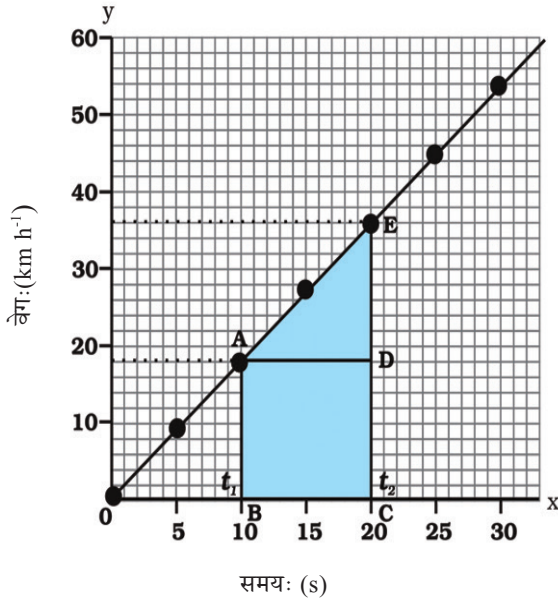
(8.5 चित्रे छायाङ्कितम्)

वेगसमयचित्रणद्वारा वयम् एकसमानरूपेण त्वरितगतेः अध्ययनम् अपि कर्तुं शक्नुमः। चिन्तयन्तु यत् कस्यचित् कारयानस्य यन्त्रं परीक्षितुम् ऋजुमार्गे चाल्यते। चिन्तयन्तु चालकेन सह उपविष्टः कश्चित् जनः प्रत्येकं पञ्चक्षणानन्तरं कारयानस्य गतिमापकस्य पाठ्याङ्कं स्वीकरोति। कारयानस्य वेगः विभिन्नेषु समयेषु m s^{-1} तथा च km h^{-1} मध्ये 8.3 सारण्यां प्रदर्शितः अस्ति।

सारणी 8.3: विभिन्नेषु समयेषु कारयानस्य वेगः

समयः (s)	कारयानस्य वेगः (m s ⁻¹) (km h ⁻¹)	
0	0	0
5	2.5	9
10	5.0	18
15	7.5	27
20	10.0	36
25	12.5	45
30	15.0	54

एतस्यां स्थितौ कारयानस्य गतेः कृते समयवेगचित्रणं 8.6 चित्रे प्रदर्शितम् अस्ति। चित्रणस्य प्रकृतिः सूचयति यत् समानसमायान्तराले वेगे परिवर्तनं समानरूपेण भवति। एतेन प्रकारेण सर्वासाम् एकसमानत्वरितगतीनां कृते वेगसमयचित्रणम् ऋजुरेखा अस्ति।



चित्रम् 8.6 एकसमानत्वरितगत्या गतिशीलस्य कस्यचित् कारयानस्य वेगसमयआरेखः

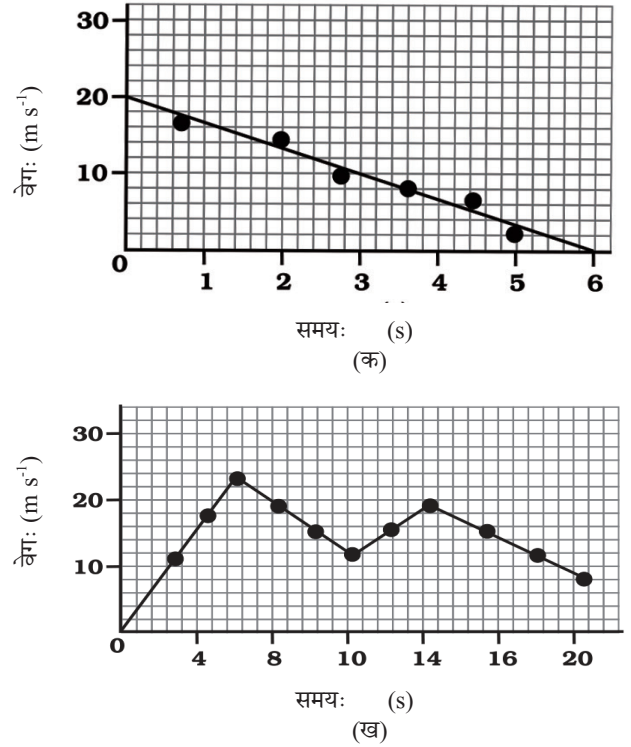
भवन्तः कारयानेन पर्यटितां दूरतां वेगसमयारेखः द्वारा प्राप्तुं शक्नुवन्ति। वेगसमयारेखस्य क्षेत्रफलं दत्ते समयान्तराले कारयानद्वारा पर्यटितां दूरतां (विस्थापनस्य परिमाणं) सूचयति। यदि कारयानम् एकसमानवेगेन गतिं कुर्यात् तर्हि चित्रणे (8.6 चित्रे) दर्शितक्षेत्र ABCDद्वारा पर्यटितां दूरतां दर्शयिष्यति। यतोहि कारयानस्य वेगस्य परिमाणं त्वरणस्य कारणेन परिवर्तितं

भवति अतः कारयानेन पर्यटिता दूरता s वेगसमयारेखे (8.6 चित्रे) प्रदर्शितक्षेत्रABCDE द्वारा व्यक्तीकरिष्यते।

$$\begin{aligned}
 s &= \text{ABCDE इत्येतेषां क्षेत्रफलम्} \\
 &= \text{आयतस्य ABCD क्षेत्रफलम्} + \text{त्रिभुजस्य ADE इत्येतेषां क्षेत्रफलम्} \\
 &= AB \times BC + \frac{1}{2} (AD \times DE)
 \end{aligned}$$

असमानत्वरितगतेः स्थितौ वेगसमयारेखं कस्याश्चित् अपि आकृतेः भवितुम् अर्हति।

8.7 (क) चित्रं वेगसमयारेखं दर्शयति यत् च कस्यचित् वस्तुनः गतिं प्रदर्शयति यस्याः वेगः समयेन सह न्यूनः भवति। यद्यपि 8.7 (ख) चित्रे कस्यचित् वस्तुनः वेगे असमानपरिवर्तनं वेगसमयचित्रणद्वारा दर्शितम् अस्ति।



चित्रम् 8.7 असमानत्वरितगत्या गतिशीलस्य कस्यचित् वस्तुनः वेगसमयआरेखः

क्रियाकलापः 8.9

- कस्यचित् रेलयानस्य विभिन्नेषु स्थानकेषु क,ख,ग, इत्येतेषु आगमनस्य तथा च प्रस्थानस्य समयः स्थानकं च क स्थानकात् ख तथा च ग स्थानकस्य दूरतासारणी 8.4 मध्ये दत्ता अस्ति।

सारणी 8.4: क स्थानकात् ख तथा च ग स्थानकनस्य दूरता तथा च रेलयानस्य आगमनस्य तथा च प्रस्थानस्य समयः

स्थानकम्	क स्थानकात् दूरता km	आगमनस्य समयः (घण्टायाम्)	प्रस्थानस्य समयः (घण्टायाम्)
A	0	08:00	08:15
B	120	11:15	11:30
C	180	13:00	13:15

- चिन्तयन्तु कयोश्चित् द्वयोः स्थानकयोः मध्ये रेलयानस्य गतिः एकसमाना अस्ति तर्हि एतेन आधारेण वेगसमयचित्रणं लिखन्तु तथा च एतस्य व्याख्यां कुर्वन्तु।

क्रियाकलापः 8.10

- फिरोजः तस्य भगिनी सानिया च स्वद्विचक्रिकया विद्यालयं गच्छतः। तौ द्वौ गृहात् एकस्मिन् एव समये प्रस्थानं कुरुतः तथा च समानमार्गेण गच्छतः तथापि भिन्नभिन्नसमये विद्यालयं प्राप्नुतः। 8.5 सारणी ताभ्यां द्वाभ्यां भिन्नभिन्नसमये पर्यटितां दूरतां दर्शयति। तयोः द्वयोः गतेः कृते एकस्मिन् एव मापके दूरतासमयचित्रणं लिखन्तु तथा च व्याख्यां कुर्वन्तु।

सारणी 8.5 : फिरोजेन सानियया च स्वद्विचक्रिकया भिन्ने भिन्ने च समये पर्यटिता दूरता

समयः	फिरोजेन पर्यटिता दूरता (km)	सानियया पर्यटिता दूरता (km)
8:00 प्रातः	0	0
8:05 प्रातः	1.0	0.8
8:10 प्रातः	1.9	1.6
8:15 प्रातः	2.8	2.3
8:20 प्रातः	3.6	3.0
8:25 प्रातः	-	3.6

प्रश्नः

- कस्यचित् वस्तुनः एकसमानायाः अथवा असमानायाः गतेः कृते समयदूरताचित्रणस्य प्रकृतिः का भवति?
- कस्यचित् वस्तुनः गतिविषये भवन्तः किं

वक्तुं शक्नुवन्ति यस्य दूरतासमयचित्रणं समय-अक्षस्य समानान्तरं काचित् सरला रेखा अस्ति?

- कस्यचित् वस्तुनः गतिविषये भवन्तः किं वक्तुं शक्नुवन्ति यस्य गतिसमयचित्रणम् अक्षस्य समानान्तरं सरला रेखा अस्ति?
- वेगसमयचित्रणस्य अधस्तनात् क्षेत्रात् मापितः राशिः कः भविष्यति?

8.5 चित्रात्मकविधिना गतेः समीकरणम्

किञ्चन वस्तु ऋजुरेखायाम् एकसमानत्वरणेन चलति चेत् कस्मिंश्चित् निश्चिते समयान्तराले समीकरणैः तस्य वेगः गतिसमये स्वरणं तथा च तस्य माध्यमेन पर्यटितायां दूरतायां सम्बन्धस्य स्थापनं सम्भवति यत् च गतेः समीकरणनाम्ना ज्ञायते। एतादृशानि त्रीणि समीकरणानि अधोलिखितानि सन्ति –

$$v = u + at \quad (8.5)$$

$$s = ut + \frac{1}{2} at^2 \quad (8.6)$$

$$2 as = v^2 - u^2 \quad (8.7)$$

यत्र u वस्तुनः प्रारम्भिकः वेगः अस्ति यः च t समयस्य कृते एकसमानत्वरणेन a द्वारा चलति, u अन्तिमः वेगः अस्ति तथा च t समये वस्तुद्वारा पर्यटिता दूरता s अस्ति। समीकरणं (8.5) वेगे तथा च समये सम्बन्धं व्यक्तीकरोति तथा च समीकरणं (8.6) समयस्य तथा च स्थितेः मध्ये सम्बन्धं व्यक्तीकरोति। समीकरणं (8.7) समयस्य तथा च स्थितेः मध्ये सम्बन्धं व्यक्तीकरोति यत् च समीकरणं (8.5) तथा च (8.6) तः t विलोपं कृत्वा प्राप्तुं शक्यते। एतानि त्रीणि अपि समीकरणानि चित्रात्मकविधिना अपि प्राप्तुं शक्यते।

8.5.1 वेगसमयसम्बन्धस्य कृते समीकरणम्

किञ्चन वस्तु यत् च एकसमानत्वरणेन सह चलति तस्य वेगसमयचित्रणं स्वीकुर्वन्तु यथा 8.8 चित्रे प्रदर्शितम् अस्ति (8.6 चित्रस्य समकक्षा किन्तु इदानीं $u \neq 0$)। एतेन चित्रणेन भवन्तः द्रष्टुं शक्नुवन्ति यत् वस्तुनः प्रारम्भिकः वेगः u अस्ति (A बिन्दोः उपरि) तथा च एषः t समये वर्धित्वा v (B बिन्दोः उपरि) भवति। वेगः एकसमानपरिमाणेन a सह

$BC = BD + DC = BD + OA$
 एतेषु $BC = v$ तथा च $OA = u$, स्थापनेन
 वयं प्राप्नुमः, $v = BD + u$
 अथवा $BD = v - u$ (8.8)

$$a = \frac{\text{वेगे परिवर्तनम्}}{\text{स्वीकृतः समयः}}$$

$$= \frac{BD}{AD} = \frac{BD}{OC}$$

$$a = \frac{BD}{t}$$
$$\mathbf{v} = \mathbf{u} + \mathbf{a}t$$
$$\begin{aligned} s &= \text{OABC इत्यस्य क्षेत्रफलं (यत् एकं समलम्बम् अस्ति)} \\ &= \text{आयतं OADC इत्यस्य क्षेत्रफलं} + \text{त्रिभुजं ABD} \\ &\quad \text{इत्यस्य क्षेत्रफलम्} \\ &= \text{OA} \times \text{OC} + \frac{1}{2} (\text{AD} \times \text{BD}) \quad (8.10) \end{aligned}$$
$$\mathbf{s} = \mathbf{u} \times \mathbf{t} + \frac{1}{2} (\mathbf{t} \times \mathbf{at})$$

$$\text{अथवा } s = u t + \frac{1}{2} a t^2$$

$$s = \text{समलम्ब-OABC इत्यस्य क्षेत्रफलं}$$

$$= \frac{(OA+BC) \times OC}{2}$$
$$s = \frac{(v+u)t}{2} \quad (8.11)$$
$$t = \frac{v-u}{a} \quad (8.12)$$
$$s = \frac{(u+v) \times (v+u)}{2}$$

113

उदाहरणम् 8.5 किञ्चन रेलयानं विरामावस्थातः चलनम् आरभ्य पञ्चनिमेषाभ्यन्तरे 72 km/h वेगं प्राप्नोति। चिन्तयन्तु त्वरणम् एकसमानम् अस्ति, परिकलनं कुर्वन्तु , त्वरणम् (ख) एतं वेगं प्राप्तुं रेलयानेन पर्यटिता दूरता।

समाधानम्

दत्तम् अस्ति

$u = 0$; $v = 72 \text{ km h}^{-1} = 20 \text{ m s}^{-1}$ तथा च

$t = 5$ निमेषाः = 300 क्षणाः

(i) (8.5) समीकरणात् वयं प्राप्नुमः –

$$a = \frac{v-u}{t} = \frac{(20\text{ms}^{-1} - 0\text{ms}^{-1})}{(300\text{s})} = \frac{1}{15} \text{ m s}^{-2}$$

(ii) (8.7) समीकरणात् वयं प्राप्नुमः –

$$s = v^2 - u^2 - v^2 - 0$$

अतः

$$s = \frac{u^2}{a} = \frac{(20\text{ms}^{-1})^2}{2 \times (1/15)\text{ms}^{-2}} = 3000 \text{ m} = 3 \text{ km}$$

रेलयानस्य त्वरणं $1/15 \text{ m s}^{-2}$ अस्ति तथा च पर्यटिता दूरता 3 km अस्ति।

उदाहरणम् 8.6 किञ्चन कारयानम् समानरूपेण त्वरितं भूत्वा 5 s मध्ये 18 km h^{-1} तः 36 km h^{-1} वेगेन गतिं प्राप्नोति। जानन्तु (क) त्वरणम् (ख) तावति एव काले कारयानेन पर्यटिता दूरता।

समाधानम्

दत्तम् अस्ति,

$u = 18 \text{ km h}^{-1} = 5 \text{ m s}^{-1}$

$v = 36 \text{ km h}^{-1} = 10 \text{ m s}^{-1}$

$t = 5 \text{ s}$

(i) (8.5) समीकरणात् वयं जानीमः

$$a = \frac{v^2}{t} = \frac{(10\text{ms}^{-1}-5\text{ms}^{-1})}{5\text{s}} = 1 \text{ m s}^2$$

(ii) (8.6) समीकरणात् वयं जानीमः

$$s = u t + \frac{1}{2} a t^2 = 5 \text{ m s}^{-1} \times 5 \text{ s} + \frac{1}{2} \times 1 \text{ m s}^2 \times (5 \text{ s})^2 = 25 \text{ m} + 12.5 \text{ m} = 37.5 \text{ m}$$

कारयानस्य त्वरणं 1 m s^{-2} तथा च पर्यटिता दूरता 37.5 m अस्ति।

उदाहरणम् 8.7 कस्मिंश्चित् कारयाने रोधकस्थापनेन गतेः विपरीतदिशि 6 m s^{-2} त्वरणम् उत्पन्नं भवति। यदि कारयानं रोधकस्थानान्तरं स्थगने 2 s समयं स्वीकरोति तर्हि तावति काले पर्यटितायाः दूरतायाः परिकलनं कुर्वन्तु।

समाधानम्

दत्तम् अस्ति

$a = -6 \text{ m s}^{-2}$; $t = 2 \text{ s}$ तथा च $v = 0 \text{ m s}^{-1}$.

(8.5) समीकरणात् वयं जानीमः

$$v = u + at$$

$$0 = u + (-6 \text{ m s}^{-2}) \times 2 \text{ s}$$

$$\text{अथवा } u = 12 \text{ m s}^{-1}$$

(8.6) समीकरणात् वयं जानीमः

$$s = u t + \frac{1}{2} a t^2 = (12 \text{ ms}^{-1}) \times (2 \text{ s}) + \frac{1}{2} (-6 \text{ m s}^2) \times (2 \text{ s})^2 = 24 \text{ m} - 12 \text{ m} = 12 \text{ m}$$

अतः कारयानं स्थगनात् पूर्वं 12 m दूरतां पर्यटिष्यति। किम् इदानीं भवन्तः एतत् महत्त्वम् अवगन्तुं शक्नुवन्ति यत् चालकः मार्गे यानस्य चालनसमये अन्यस्मात् यानात् दूरतां स्थापयति?

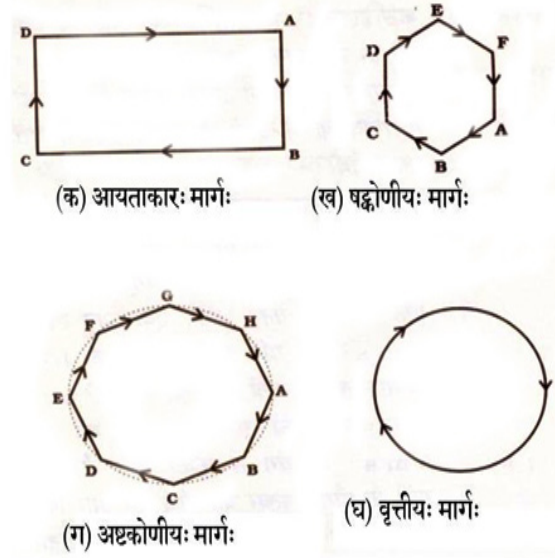
प्रश्नः

1. किञ्चन बसयानं विरामावस्थातः चलनम् आरभते तथा च निमेषद्वयपर्यन्तं 0.1 m s^{-2} इत्यस्य समानत्वरणेन चलति। परिकलनं कुर्वन्तु- (क) प्राप्ता गतिः (ख) पर्यटिता दूरता।
2. किञ्चन रेलयानं 90 km h^{-1} वेगेन चलति। रोधकस्थापनेन तत् 0.5 m s^{-2} इत्यस्य समानत्वरणम् उत्पादयति। रेलयानं विरामावस्थायाम् आगमनात् पूर्वं कियतीं दूरतां पर्यटिष्यति?
3. कश्चन शकटः एकस्मात् अभिनतात् तलात् 2 m s^{-2} त्वरणेन अधः गच्छति। गतेः प्रारम्भे 3 s पश्चात् तस्य कः वेगः भविष्यति?
4. कस्यचित् धावनकारयानस्य एकसमानत्वरणं 4 m s^{-1} अस्ति। गतेः प्रारम्भकरणे 10 s पश्चात् तत् कियतीं दूरतां पर्यटिष्यति?
5. कश्चित् पाषाणः ऊर्ध्वाधर-उपरि 5 m s^{-1} वेगेन क्षिप्यते। यदि गतिसमये पाषाणस्य अधः दिष्टत्वरणं 10 m s^{-2} अस्ति तर्हि पाषाणेन कियती ऊर्ध्वता प्राप्ता तथा च तत्र गमने कियान् समयः अपेक्षितः?

8.6 एकसमानवृत्तीयगतिः

यदा वस्तुनः वेगे परिवर्तनं भवति तदा वयं वदामः यत् तत् वस्तु त्वरितं भवति। वेगे एतत् परिवर्तनं, वेगस्य परिमाणम् अथवा गतेः दिक् अथवा द्वयोः परिवर्तनस्य कारणं भवितुम् अर्हति। किं भवन्तः कस्यचित् एकस्य उदाहरणस्य विषये चिन्तयितुं शक्नुवन्ति यस्मिन् किञ्चन वस्तु स्ववेगस्य परिणामं न परिवर्तयति किन्तु स्वगतेः दिशं निरन्तरं परिवर्तयति?

कस्मिंश्चित् पिहिते मार्गे कस्यचित् वस्तुनः गतेः उदाहरणं स्वीकुर्वन्तु। (8.9) (क) चित्रे कश्चित् एथलीटधावकः कस्यचित् आयताकार ABCD मार्गस्य अनुसारं गतिं कुर्वन् दर्शयते। चिन्तयन्तु एथलीटधावकः मार्गस्य ऋजुभागेषु AB, BC, CD तथा च DA उपरि एकसमानगत्या धावति। आत्मानं मार्गे स्थापयितुं कोणेषु सः शीघ्रतया स्वगतिं परिवर्तयति। एकं चक्रं पूरयितुं तेन कतिवारं स्वीया गतिः परिवर्तनीया भविष्यति? एतत् स्पष्टम् अस्ति यत् आयताकारे मार्गे एकचक्रस्य पूरणे सः चतुर्वारं स्वगतेः दिशं परिवर्तितवान् स्यात्।



चित्रम् 8.9 कस्यचित् एथलीटधावकस्य विभिन्नाकृतीनां पिहितमार्गे गतिः

इदानीं चिन्तयन्तु यत् एथलीटधावकः आयताकारमार्गस्य स्थाने षट्कोणीयमार्गे ABCDEF इत्यादीनाम् अनुसारं धावति यथा 8.9 (ख) चित्रे दर्शितम् अस्ति। एतस्यां स्थितौ एथलीटधावकेन एकचक्रस्य पूरणे षड् वारं स्वीया दिक् परिवर्तनीया भविष्यति। यदि मार्गः षड्भुजाकारः अभूत्वा सम-अष्टभुजाकारः ABCDEFGH स्यात् [8.9 (ग) चित्रे] तर्हि किं भविष्यति? एतत् दृष्टम् अस्ति यत् मार्गस्य भुजानां संख्यायां वृद्धिः करणीया भवति। यदि वयम् अनिश्चितरूपेण मार्गस्य भुजानां संख्यायां वृद्धिं कुर्मः तर्हि तासां भुजानाम् आकारः कथं भविष्यति? यदि भवन्तः एवं करिष्यन्ति तर्हि भवन्तः प्राप्स्यन्ति यत् सर्वासां भुजानां दीर्घता न्यूनीभूय कस्यचित् बिन्दोः समाना भविष्यति तथा च मार्गस्य आकारः प्रायशः वृत्तस्य समानः भवति। यदि एथलीटधावकः कस्मिंश्चित् वृत्तीये मार्गे नियतपरिमाणवता वेगेन धावति तर्हि तस्य वेगे निरन्तरं परिवर्तनं केवलं गतेः दिशि परिवर्तनस्य कारणेन भवति। अतः वृत्तीये मार्गे धावन् कश्चित् एथलीटधावकः त्वरितगतेः उदाहरणम् अस्ति।

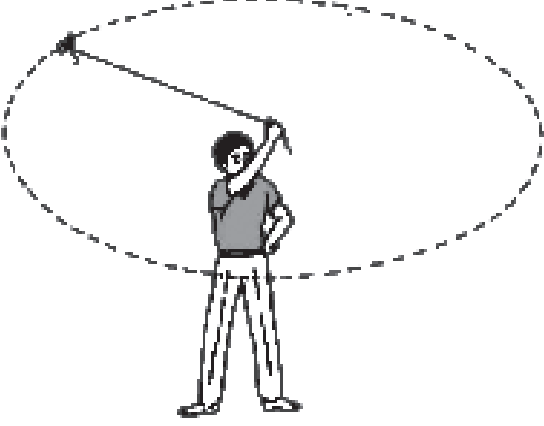
वयं जानीमः यत् त्रिज्या r मयवृत्तस्य परिधिः $2\pi r$ भवति। यदि एथलीटधावकः त्रिज्यामये वृत्तीये मार्गे एकचक्रस्य पूरणे t क्षणस्य समयं स्वीकरोति तर्हि गतिः v भविष्यति –

$$v = \frac{2\pi r}{t} \quad (8.13)$$

यदा किञ्चन वस्तु वृत्तीये मार्गे एकसमानगत्या चलति तदा तस्य गतिः एकसमानवृत्तीयगतिः कथ्यते।

क्रियाकलापः 8.11

- एकं सूत्रखण्डं स्वीकुर्वन्तु तथा च तस्य एकस्मिन् शीर्षे कञ्चित् पाषाणं बध्नन्तु। सूत्रखण्डस्य द्वितीयं शीर्षं गृहीत्वा पाषाणं वृत्तीये मार्गे नियतगत्या भ्रामयन्तु यथा 8.10 चित्रे दर्शितम् अस्ति।



चित्रम् 8.10 पाषाणः नियतगत्या वृत्तीयमार्गं निर्दिशति

इदानीं पाषाणसहितं सूत्रं त्यजन्तु। किं भवन्तः वक्तुं शक्नुवन्ति यत् सूत्रस्य त्यागानन्तरं पाषाणः कस्यां दिशि गमिष्यति? एतां क्रियां वारं वारम् आवर्तयन्तु तथा च वृत्तीयमार्गस्य विभिन्नेभ्यः

स्थानेभ्यः पाषाणं त्यजन्तु तथा च एतत् अवलोकयन्तु यत् पाषाणस्य गतिकरणस्य दिक् समाना अस्ति अथवा न।

यदा भवन्तः ध्यानेन पश्यन्ति तदा प्राप्नुवन्ति यत् पाषाणः वृत्तीयमार्गस्य स्पर्शिनः अनुसारं सरलरेखीयमार्गे गतिं करोति। एवं तदर्थं भवति यतोहि यदा पाषाणः त्यज्यते तदा सः तस्याम् एव दिशि गतिं करोति यस्यां दिशि सः तस्मिन् समये गतिं कुर्वन् अस्ति। एतेन ज्ञायते यत् यदा कश्चित् पाषाणः वृत्तीयमार्गे भ्राम्यते तदा तस्य गतेः दिक् प्रत्येकं बिन्दोः उपरि परिवर्तिता भवति।

यदा कश्चित् एथलीटधावकः क्रीडाप्रतियोगितायां काञ्चित् चक्रिकाम् अथवा गोलं क्षिपति तदा सः तं स्वहस्ते गृह्णाति तथा च स्वशरीरं भ्रामयित्वा तस्मै वृत्तीयगतिं प्रददाति। अभीष्टदिशि एकवारं त्यागानन्तरं गोलः अथवा चक्रिका तस्याम् एव दिशि गतिं करोति यस्यां दिशि सः त्यजनसमये गतिं कुर्वन् आसीत्। एतत् तथैव अस्ति यथा उक्तक्रियाकलापे पाषाणस्य कृते वर्णितम् अस्ति। वस्तूनाम् एकसमानवृत्तीयगतेः बहूनि चिरपरिचितानि उदाहरणानि सन्ति यथा – चन्द्रः, पृथिव्याः गतिः, पृथिवीं परितः वृत्तीयकक्ष्यायां घूर्णनं कुर्वन् कश्चन उपग्रहः, वृत्तीयमार्गे नियतगत्या चलन् कश्चित् द्विचक्रिकाचालकः इत्यादि।

भवन्तः

किम्

अधिगतवन्तः



- स्थितौ परिवर्तनं काचित् गतिः अस्ति एतस्याः व्याख्या पर्यटितायाः दूरतायाः अथवा विस्थापनस्य रूपेण कर्तुं शक्यते।
- कस्यचित् वस्तुनः गतिः समाना अथवा असमाना भवेत् इति तस्य वस्तुनः वेगस्य उपरि निर्भरं करोति यः च नियतः अथवा परिवर्तमानः अस्ति।
- प्रतिघटकं समये वस्तुद्वारा पर्यटिता दूरता तस्य गतिः अस्ति तथा च प्रतिघटकं समये
- जातं विस्थापनं तस्य वेगः अस्ति।
- कस्यचित् वस्तुनः त्वरणं प्रतिघटकं समये तस्य वेगे जायमानं परिवर्तमानम् अस्ति।
- चित्रणानां द्वारा वस्तुनः समाना तथा च असमाना गतिः दर्शयितुं शक्यते।
- एकसमानत्वरणेन चलतः कस्यचित् वस्तुनः गतेः व्याख्या अधस्तनेषु त्रयाणां

समीकरणानां माध्यमेन कर्तुं शक्यते –

$$v = u + at$$

$$s = ut + \frac{1}{2} at^2$$

$$2as = v^2 - u^2$$

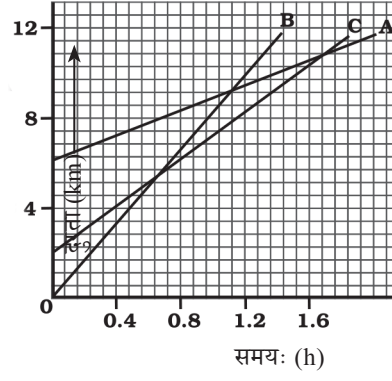
- यत्र u वस्तुनः प्रारम्भिकः वेगः अस्ति यः च t समयस्य कृते एकसमानत्वरणेन a द्वारा गतिं करोति, एतस्य अन्तिमः वेगः v अस्ति तथा च t समये पर्यटिता दूरता s अस्ति। यदि किञ्चन वस्तु वृत्तीयमार्गे एकसमानगत्या चलति तर्हि तस्य गतिः एकसमानवृत्तीयगतिः कथ्यते।



अभ्यासः

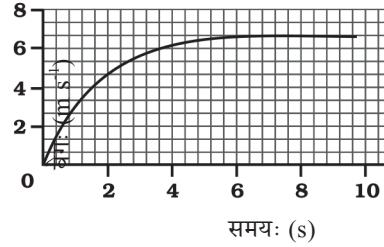
1. कश्चित् एथलीटधावकः 200 m व्यासमितस्य वृत्तीयमार्गस्य एकं चक्रं 40 s मध्ये पूरयति। 2 min 20 s अनन्तरं सः कियतीं दूरतां पर्यटिष्यति तथा च तस्य विस्थापनं किं भविष्यति?
2. 300 m सरलरेखीयमार्गे जोसेफः मन्दधावनं कुर्वन् 2 min 30 s मध्ये एकस्मात् शीर्षात् A तः द्वितीयं शीर्षं B प्राप्नोति तथा च भ्रमित्वा 1 एकनिमेषे 100 m पृष्ठतः बिन्दुं C प्राप्नोति। जोसेफस्य सामान्यगतिः तथा च सामान्यवेगः कः भविष्यति?
3. अब्दुलः यानेन विद्यालयस्य गमनक्रमे सामान्यगतिं 20 km h^{-1} प्राप्नोति। तेन एव मार्गेण आगमनसमये तत्र सम्मर्दः न्यूनः अस्ति तथा च सामान्यगतिः 30 km h^{-1} अस्ति। अब्दुलस्य एतस्यां सम्पूर्णयात्रायां तस्य सामान्यगतिः का अस्ति?
4. काचित् यन्त्रनौका सरोवरे विरामावस्थातः सरलरेखीयमार्गे 3.0 m s^{-2} इत्यस्य नियतत्वरणेन 8.0 s पर्यन्तं गच्छति। एतस्मिन् समयान्तराले यन्त्रनौका कियतीं दूरतां पर्यटति?
5. कस्यचित् यानस्य चालकः 52 km h^{-1} गत्या चलति कारयाने रोधकं स्थापयति तथा च कारयानं विपरीतदिशि एकसमानपरिमाणेन त्वरितं भवति। कारयानं 5 s मध्ये तिष्ठति। द्वितीयः चालकः 30 km h^{-1} गत्या चलति द्वितीये कारयाने शनैः शनैः रोधकं स्थापयति तथा च 10 s मध्ये तिष्ठति। एकस्मिन् एव चित्रणपत्रे द्वयोः कारयानयोः कृते गतिसमयचित्रणम् आलेखितं कुर्वन्तु। रोधकस्य स्थापनान्तरं द्वयोः मध्ये किं कारयानम् अधिकं दूरं गमिष्यति?
6. 8.11 चित्रे त्रयाणां वस्तूनां A, B, तथा च C दूरतासमयचित्रणं प्रदर्शितम् अस्ति। चित्रणस्य अध्ययनं कृत्वा अधोलिखितप्रश्नानाम् उत्तरं ददतु –

7.



चित्रम् 8.11

- त्रिषु कः अतीव तीव्रगत्या गतिमान् अस्ति?
 - किम् एते त्रयः कस्मिंश्चित् अपि समये मार्गस्य एकस्मिन् एव बिन्दौ भविष्यन्ति?
 - यस्मिन् समये B, A तः निर्गच्छति तावत् समयपर्यन्तं C कियतीं दूरतां पर्यटिष्यति?
 - यस्मिन् समये B, A तः निर्गच्छति तावत् समयपर्यन्तम् एतत् कियतीं दूरतां पर्यटिष्यति?
8. 20 m उन्नततातः किञ्चन कन्दुकं पातयते। यदि तस्य वेगः 10 m s^{-2} इत्यस्य एकसमानत्वरणस्य परिमाणेन वर्धते तर्हि केन वेगेन धरातलेन अपघटितं भविष्यति? कियत् कालानन्तरं तत् धरातलेन अपघटितं भविष्यति?
9. कस्यचित् कारयानस्य गतिसमयचित्रणं 8.12 मध्ये दर्शितम् अस्ति।



चित्रम् 8.12

- प्रथमे 4 s मध्ये कारयानं कियतीं दूरतां पर्यटति? एतस्मिन् अवधौ कारयानेन पर्यटितां दूरतां चित्रणे छायाङ्कितक्षेत्रद्वारा दर्शयन्तु।
 - चित्रणस्य कः भागः कारयानस्य एकसमानगतिं दर्शयति?
10. अधोलिखितावस्थासु काः अवस्थाः सम्भवन्ति तथा च एकैकस्याः कृते एकैकम् उदाहरणं ददतु –
- किञ्चन वस्तु यस्य त्वरणं नियतं किन्तु वेगः शून्यः भवेत्।
 - किञ्चन वस्तु कस्याञ्चित् निश्चितायां दिशि गतिं कुर्वत् स्यात् तथा च त्वरणं तस्य लम्बवत् भवेत्।
11. कश्चन कृत्रिमः उपग्रहः 42250 km त्रिज्यायाः वृत्ताकारकक्ष्यायां भ्रमति। यदि सः 24 घण्टासु पृथिव्याः परिक्रमां करोति तर्हि तस्य गतेः परिकलनं कुर्वन्तु।

अध्याय: 9

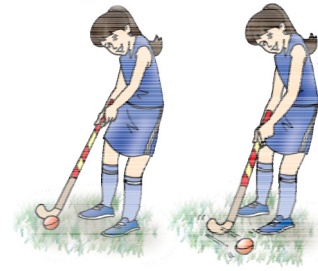
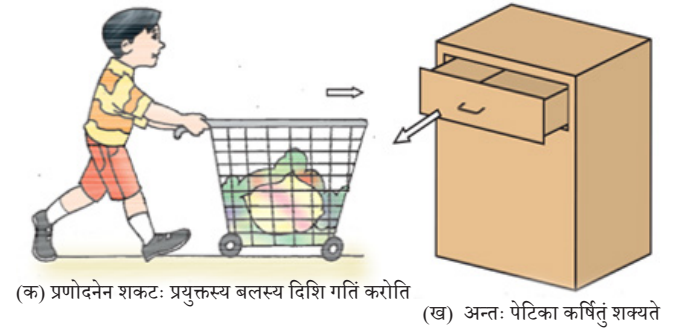
बलस्य तथा च गते: नियमः (Force and Laws of Motion)

गते अध्याये वयम् एकस्यां सरलरेखायां वस्तुनः स्थितेः, वेगस्य तथा च त्वरणस्य आधारेण वस्तुनः व्याख्यां कृतवन्तः। वयं दृष्टवन्तः यत् एतादृश्यां गतौ कदाचित् एकरूपता भवति कदाचित् न भवति। किन्तु एतावत् पर्यन्तं वयम् एतां चर्चां न कृतवन्तः यत् गते: कारणं किं भवति। समयेन सह वस्तुनः गतिः किमर्थं परिवर्तते? किं सर्वविधानाम् अपि गतीनां किमपि कारणं भवति? यदि एवम् अस्ति तर्हि एतस्य कारणस्य स्वभावः कः अस्ति? एतस्मिन् अध्याये वयम् एतादृशीनाम् एव जिज्ञासानां शमनं करिष्यामः।

बहो: कालात् गत्या तथा च एतस्याः कारणैः वैज्ञानिकाः दार्शनिकाः च संसक्ताः भवन्ति स्म। कुट्टिमे स्थापितं कन्दुकं शनैः अपघटनेन तत् सर्वदा गतिशीलं न भवति। एतादृशस्थित्या ज्ञायते यत् कस्यचित् वस्तुनः विरामावस्था एव तस्य स्वाभाविकी अवस्था अस्ति। एतादृशी मान्यता तावत् पर्यन्तम् आसीत् यावत् पर्यन्तं गैलीलियो तथा च आइजकन्यूटनः वस्तूनां गतिविषये काञ्चित् पूर्णतया भिन्नां सङ्कल्पनां प्रस्तुतवन्तौ।

स्वस्य जीवने वयं प्रतिदिनं पश्यामः यत् किञ्चन स्थिरं वस्तु गतिशीलं कर्तुम् अथवा गतिशीलं वस्तु स्थिरं कर्तुम् अस्माभिः कश्चन प्रयासः करणीयः भवति। सामान्यभाषायाम् एतदर्थम् अस्माभिः शारीरिकः प्रयासः करणीयः भवति तथा च वयं वदामः यत् किञ्चन वस्तु गते: अवस्थायाम् आनेतुम् अस्माभिः तत् कर्षणीयं, प्रणोदनं तथा च अपघटनं करणीयं भवति। कर्षणस्य प्रणोदनस्य तथा च अपघटनस्य एतस्यां क्रियायां बलस्य अवधारणा आधारिता अस्ति। इदानीं वयं बलस्य विषये विचारं कुर्मः। एतत् किम् अस्ति? वस्तुतः बलं न तु कश्चित् दृष्टवान् न आस्वादितवान्

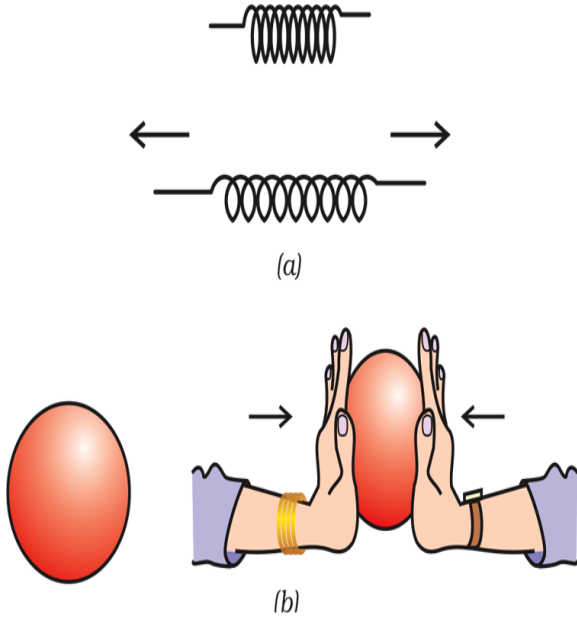
नैव च अनुभूतवान् अस्ति। यद्यपि बलस्य प्रभावं वयं प्रायः पश्यामः अथवा अनुभवामः च। कस्मिंश्चित् वस्तुनि बलस्य प्रयोगेण किं भवति इति ज्ञात्वा वयं बलस्य व्याख्यां कर्तुं शक्नुमः। वस्तुनः कर्षणं प्रणोदनम् अथवा अपघटनम् एताः सर्वाः अपि क्रियाः वस्तुनः कृते गतिदायिकाः युक्तयः सन्ति (9.1 चित्रे)। अस्माभिः कथञ्चित् बलस्य प्रयोगेण एव तस्मिन् गतिः भवति।



चित्रम् 9.1 वस्तूनां प्रणोदनेन कर्षणेन तथा च अपघटनेन गते: अवस्था परिवर्तयितुं शक्यते

गतासु कक्ष्यासु अर्जितस्य ज्ञानस्य आधारेण भवन्तः एतेन विषयेण परिचिताः सन्ति यत् कस्मिंश्चित् वस्तुनि वेगस्य परिमाणं परिवर्तयितुम् (अर्थात् वस्तुनः गतिं तीव्राम् अथवा मन्दां कर्तुं) अथवा तस्याः गते: दिशं परिवर्तयितुं बलस्य प्रयोगः भवति। भवन्तः एतत् अपि जानन्ति यत् कस्यचित् बलस्य प्रयोगेण वस्तुनः आकारः

अथवा आकृति: अपि परिवर्तयितुं शक्यते (9.2 चित्रे)।

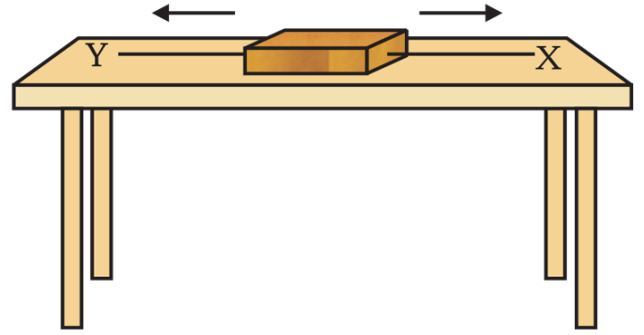


चित्रम् 9.2 (क) बलस्य प्रयोगेण स्प्रिंग प्रसरति
(ख) बलस्य प्रयोगेण गोलाकारकन्दुकम् अण्डाकारं भवति

9.1 संतुलितं तथा च असंतुलितं बलम्

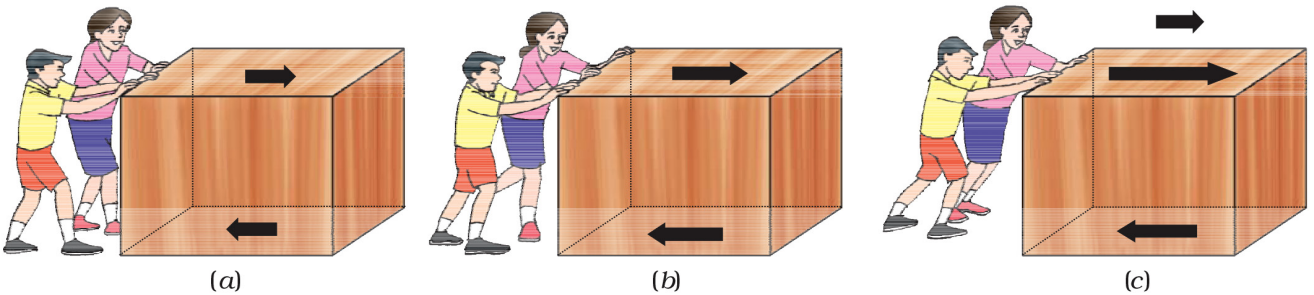
9.3 चित्रे काष्ठस्य किञ्चन पिण्डं कस्याञ्चित् समतल-उत्पीठिकायां स्थापितम् अस्ति। चित्रे दर्शितस्य अनुसारं सूत्रखण्डद्वयं x तथा च y पिण्डस्य विपरीतेन शीर्षेण युक्तम् अस्ति। यदि वयं केनचित् बलप्रयोगेण x खण्डं कर्षामः तर्हि पिण्डं दक्षिणतः अपसरणम् आरभते। तेन एव प्रकारेण यदि वयं y सूत्रखण्डं कर्षामः तर्हि पिण्डं वामतः अपसरणम् आरभते। किन्तु यदि पिण्डम् उभयतः अपि समानबलेन कर्षामः तर्हि एतादृश-अवस्थायां पिण्डं गतिं न

करोति। एतादृशं बलं संतुलितं बलं कथ्यते तथा च एतत् गते: अवस्थां परिवर्तयितुं न शक्नोति। इदानीं कस्याञ्चित् तादृश-अवस्थायाः कल्पनां कुर्वन्तु यस्यां भिन्नपरिमाणस्य विपरीतं बलद्वयं पिण्डं कर्षति। एतस्याम् अवस्थायां पिण्डम् अधिकबलवत्यां दिशि अपसरणम् आरभते। एवं प्रकारेण उभयविधम् अपि बलं संतुलितं नास्ति तथा च असंतुलितं बलं पिण्डस्य अपसरणदिशि कार्यं करोति। एतेन ज्ञायते यत् कस्मिंश्चित् अपि पिण्डे प्रयुज्यमानम् असंतुलितं बलं तस्मै गतिं प्रददाति।



चित्रम् 9.3 काष्ठस्य कस्मिंश्चित् पिण्डे प्रयुक्तं बलद्वयम्

यदा केचन बालाः काञ्चित् पेटिकां कर्कशकुट्टिमे प्रणोदितुं प्रयासं कुर्वन्ति तदा किं भवति? यदि ते अल्पबलेन पेटिकां प्रणुदन्ति तर्हि पेटिका न अपसरति यतोहि घर्षणबलं प्रणोदनस्य विपरीतदिशि कार्यं करोति [9.4 चित्रे (क)]। एतत् घर्षणबलं द्वयोः सम्पर्कस्तरयोः मध्ये उत्पन्नं भवति अर्थात् पेटिकायाः अधस्तनस्तरस्य तथा च कुट्टिमस्य कर्कशस्तरस्य मध्ये। एतत् घर्षणबलं प्रणोदने प्रयुक्तं बलं संतुलितं करोति तथा च एतत् कारणम् अस्ति यत् पेटिका नैव अपसरति। 9.4 (ख) मध्ये बालाः पेटिकां बलेन प्रणुदन्ति किन्तु पेटिका तथापि न अपसरति।



चित्र 9.4

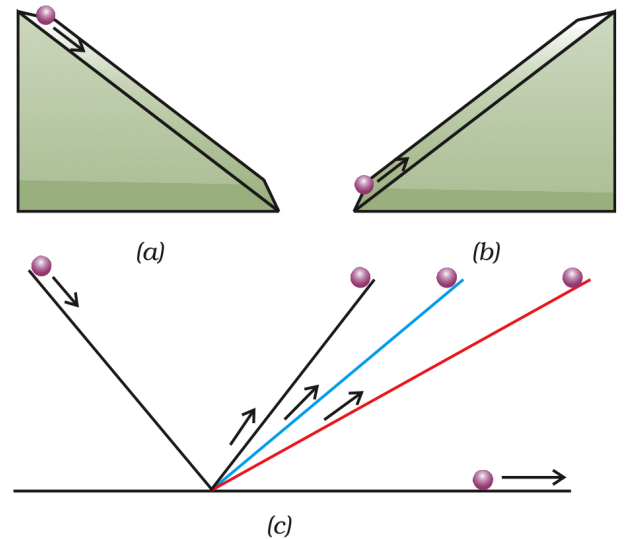
एवं तदर्थम् अस्ति यतोहि घर्षणबलम् इदानीम् अपि प्रणोदकं बलं संतुलितं करोति। यदि बालाः पेटिकाम् अधिकबलेन प्रणुदन्ति तर्हि प्रणोदकं बलं घर्षणबलात् अधिकं भवति [9.4 (ग) चित्रे]। अत्र असंतुलितं बलं कार्यं करोति अतः पेटिका अपसरणम् आरभते।

यदा वयं द्विचक्रिकां चालयामः तदा किं भवति? पादिल चालनस्य पिधानेन द्विचक्रिकायाः गतिः मन्दतां प्राप्नोति। एवं तदर्थं भवति यतोहि घर्षणबलं गतेः दिशः विपरीतदिशि कार्यं करोति। द्विचक्रिकां गतौ स्थापयितुम् अस्माभिः वारं वारं पादिलं चालनीयं भवति। एतस्याम् अवस्थाम् एवं प्रतीयते यत् किञ्चन वस्तु सततं गतिशीलं कर्तुम् असंतुलितबलस्य आवश्यकता भवति। किन्तु एतत् अतीव अनुचितम् अस्ति। किञ्चन वस्तु वेगेन सह तदा एव गतिशीलं भवितुम् अर्हति यदा तस्य उपरि प्रयुज्यमानं बलं (बाह्यं तथा च घर्षणं) संतुलितं भवति तथा च वस्तुनः उपरि किञ्चन निश्चितं बाह्यं बलं कार्यं न करोति। यदि कस्मिंश्चित् वस्तुनि असंतुलितं बलं प्रयुज्यते तर्हि तस्य वेगे परिवर्तनम् अथवा तस्य दिशि परिवर्तनं भवति। एवं प्रकारेण किञ्चन वस्तु त्वरितं कर्तुं कस्यचित् त्वरितवस्तुनः आवश्यकता भवति तथा च तस्य गतौ अथवा गतेः दिशि तावत् पर्यन्तं परिवर्तनं भविष्यति यावत् पर्यन्तम् एतत् असंतुलितं बलं तस्य उपरि कार्यं करिष्यति। किन्तु एतत् प्रयुक्तस्य बलस्य अपसारणेन वस्तु प्राप्तवेगेन गतिशीलं भविष्यति।

9.2 गतेः प्रथमः नियमः

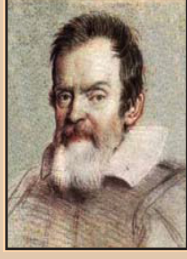
वस्तूनां कस्मिंश्चित् आनते तले गतिं दृष्ट्वा गैलीलियो एतं निष्कर्षं निष्कासितवान् यत् यावत् पर्यन्तं किमपि बाह्यं बलं कार्यं न करोति वस्तूनि निश्चितगत्या चलन्ति। सः दृष्टवान् यत् काचस्य गुलिका आनततलात् विलुण्ठति चेत् तस्याः वेगः वर्धते [9.4(क)]। अग्रिमे अध्याये भवन्तः पठिष्यन्ति यत् गुलिका असंतुलितगुरुत्वीयबलस्य कारणेन अधः पतति तथा च प्राप्तप्रयन्तम् एषा निश्चितवेगं प्राप्नोति। 9.5(ख) चित्रे दर्शितस्य अनुसारं यदा एषा काचस्य गुलिका उपरि आरोहति तदा एतस्याः वेगः न्यूनः भवति। 9.5 (ग) चित्रे उभयतः अपि कस्मिंश्चित् आदर्शघर्षणरहित-आनततले काचित् गुलिका स्थिरा अस्ति। गैलीलियो तर्कं दत्तवान् यत् यदा गुलिका वामतः त्यज्यते तदा एषा अवनततलं प्रति

विलुण्ठति तथा च दक्षिणतः आनततले तावत् एव उपरि गच्छति यावत् उपरिष्ठात् सा त्यक्ता आसीत्। यदि उभयतः अपि तलानाम् अवनतता समाना अस्ति तर्हि गुलिका तावत् एव उपरि आरोहति यावत् दूरं सा विलुण्ठिता आसीत्। यदि दक्षिणतः आनततलस्य कोणं शनैः शनैः न्यूनं कुर्मः तर्हि गुलिकया मूलाम् उन्नततां प्राप्तुम् बहु दूरं पर्यटितव्यं भविष्यति। यदि एतत् तलं क्षैतिजं कुर्मः (अर्थात् अवनतता शून्या कृता स्यात्) तर्हि गुलिकया मूलाम् उन्नततां प्राप्तुं क्षैतिजतले निरन्तरं चलन्ती एव भविष्यति। अत्र गुलिकायां प्रयुज्यमानम् असंतुलितं बलं शून्यम् अस्ति। एवं प्रकारेण एतत् ज्ञायते यत् गुलिकायाः गतिं परिवर्तयितुं कस्यचित् असंतुलितस्य बाह्यबलस्य आवश्यकता भवति किन्तु गुलिकायाः गतिम् एकरूपां स्थापयितुं कस्यचित् जालबलस्य आवश्यकता न भवति। वास्तविक-अवस्थायां शून्यम् असंतुलितं बाह्यबलं प्राप्तुं कठिनम् अस्ति। एवं गतेः विपरीतदिशि प्रयुज्यमानघर्षणबलस्य कारणेन भवति। एतेन प्रकारेण व्यवहारे गुलिका किञ्चित् दूरं गत्वा तिष्ठति। घर्षणस्य प्रभावं न्यूनतमं कर्तुं चिक्कणकाचस्य गुलिका, तथा च चिक्कणसमतलस्य प्रयोगः, तथा च समतलस्तरे स्निग्धपदार्थस्य लेपः क्रियते।



चित्रम् 9.5 (क) कस्याश्चित् काचगुलिकायाः आनततले अधः विलुण्ठनम् (ख) गुलिकायाः उपरि गतिः, तथा च (ग) काचस्य गुलिकायाः द्वि-आनततले गतिः

गैलीलियो गैलिलीमहोदयस्य जन्म
15/02/1564 तमे वर्षे [गैलीलियो
गैलिली 1564 -1642 (चित्रम्)]
इटल्याः पीसानगरे अभवत्।
गैलीलियोमहोदयस्य बाल्यात्
एव गणिते तथा च दर्शने रूचिः
आसीत्। किन्तु पिता विनेजो गैलिली
सः चिकित्सकः भवेत्



इति इच्छति स्म। तदनुसारं गैलीलियो 1581 तमे वर्षे
चिकित्सा-उपाधेः कृते पीसाविश्वविद्यालये नामाङ्कनं
कारितवान्। एतं पाठ्यक्रमं सः कदापि पूर्णं कर्तुं न शक्तवान्
यतोहि तस्य वास्तविकरूचिः गणिते आसीत्। 1586 तमे
वर्षे सः स्वस्य प्रथमं वैज्ञानिकं पुस्तकं “द लिटिल बैलेंस”
(ला वैलेंसिटा) लिखितवान्, यस्मिन् सः कयाचित् तुलया
पदार्थानाम् आपेक्षिकघनत्वस्य (अथवा विशिष्टगुरुत्वस्य)
प्राप्तेः आर्कीमिडीजविधेः वर्णनं कृतवान्। 1589 तमे वर्षे
सः स्वस्य निबन्धश्रेण्यां “डी मौट्” मध्ये नतसमतलस्य
प्रयोगेण कस्यचित् पततः वस्तुनः पतनस्य परिमाणं
न्यूनीभवनसम्बद्धं स्वस्य सिद्धान्तं प्रस्तुतवान्।

1592 तमे वर्षे सः वेनिसगणराज्यस्य पाडुआ-
विश्वविद्यालये गणितप्राध्यापकरूपेण नियुक्तः। अत्र अपि
सः निरन्तरं गतिजसिद्धान्तानां विषये प्रेक्षणं कृतवान्।
सः नतसमतलस्य तथा च लोलकसम्बन्धिनः स्वस्य
अध्ययनद्वारा नियतत्वरणेन गतिशीलवस्तुभिः सम्बद्धं
परिष्कृतं नियमं प्रतिपादितवान्।

गैलीलियो कश्चित् कुशलः शिल्पकारः अपि आसीत्।
सः विविधदूरदर्शकानां श्रेणीं विकसितां कृतवान् येषां
प्रकाशिकदक्षता तस्मिन् समये उपलब्धदूरदर्शकानाम्
अपेक्षया बहु अधिका आसीत्। प्रायशः 1640 तमे वर्षे सः
प्रथमलोलकघट्याः संरचनां कृतवान्। तस्य खगोलीय-
आविष्काराणां कस्मिंश्चित् पुस्तके “स्टारी मैसेजर”
मध्ये गैलीलियो चन्द्रस्य उपरि पर्वतैः, लघुभिः ताराभिः
मिलित्वा निर्मिताम् आकाशगङ्गां तथा च

बृहस्पतिग्रहं परितः चत्वारि लघूनि पिण्डानि भ्रमन्ति
दृष्टवान् इति प्रमाणं कृतवान्। सः स्वस्य पुस्तके “डिस्कोर्स
ऑन फ्लोटिंग बॉडीज” तथा च “लेटर्स ऑन दि सन
स्पॉट” मध्ये सूर्यस्य उपरि उपस्थितकलङ्कानां विषये
स्वस्य प्रेक्षणानाम् उद्घाटनं कृतवान्।

आत्मना निर्मितानां दूरदर्शकानां प्रयोगद्वारा शनैः तथा
च शुक्रस्य प्रेक्षणेन गैलीलियो एतं तर्कं दत्तवान् यत् सर्वे
अपि ग्रहाः सूर्यं परितः एव कक्षीयगतिं कुर्वन्ति न तु
पृथिवीं परितः। एषः विचारः तस्मिन् समये प्रचलितायाः
विचारधारायाः विपरीतः आसीत्।

न्यूटनः बलस्य तथा च गतेः विषये
गैलीलियोविचारणाम् अग्रे विकासं कृतवान्। सः त्रीन्
मौलिकनियमान् प्रस्तुतवान् ये कस्यचित् वस्तुनः गतिं
वर्णयन्ति। एते नियमाः न्यूटनस्य गतेः नियमनाम्ना ज्ञायन्ते।
गतेः प्रथमः नियमः एवम् अस्ति।

प्रत्येकं वस्तु स्वस्य स्थिरावस्थायाम् अथवा
सरलरेखायाम् एकसमानगतेः अवस्थायां संरक्षितं भवति
यावत् पर्यन्तं तस्य उपरि किञ्चन बाह्यं बलं कार्यरतं न
स्यात्।

अपरशब्देन, सर्वाणि वस्तूनि स्वीयगति-अवस्थायां
परिवर्तनस्य विरोधं कुर्वन्ति। गुणात्मकरूपे कस्यचित्
वस्तुनः विरामावस्थायां स्थितेः अथवा एकसमानवेगेन
गतिशीलस्थितेः प्रवृत्तिः जडत्वं कथ्यते। एतत् एव कारणम्
अस्ति यत् गतेः प्रथमः नियमः जडत्वस्य नियमः अपि
कथ्यते।

कस्मिंश्चित् लोकयाने यात्रासमये जायमानानाम्
अनुभवानां व्याख्या जडत्वस्य नियमद्वारा कर्तुं शक्यते।
शायिकायाः सापेक्षं वयं तावत् पर्यन्तं विरामावस्थायां
भवितुं शक्नुमः यावत् पर्यन्तं लोकयानं स्थगयितुं रोधकं
न स्थाप्यते। रोधकस्य स्थापनेन लोकयानेन सह शायिका
अपि विरामावस्थायाम् आगच्छति, किन्तु अस्माकं शरीरं
जडत्वस्य कारणेन गतिज-अवस्थायाम् एव संरक्षितं
भवितुं प्रवृत्तिं स्थापयति। अकस्मात् रोधकस्य स्थापनेन
शायिकायाः पुरतः संलग्नया पट्टिकया अपघटिताः भूत्वा
गतिग्रस्ताः अपि भवितुं शक्नुमः। अतः एतादृशदुर्घटनाभ्यः
रक्षणार्थं सुरक्षापट्टस्य उपयोगः क्रियते। एते सुरक्षापट्टाः

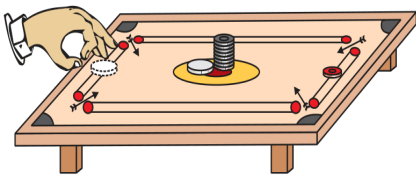
अस्माकं वर्धमानगतिं न्यूनां कुर्वन्ति। एतस्मात् विपरीतः अनुभवः अस्माकं तदा भवति यदा लोकयाने तिष्ठामः तथा च लोकयानम् अकस्मात् चलति। एतस्यां स्थितौ वयं पृष्ठतः अवनताः भवामः। एवं तदर्थं भवति यतोहि लोकयानस्य अकस्मात् गतौ आगमनकारणेन अस्माकं पादाः ये च लोकयानस्य तलस्य सम्पर्के सन्ति ते गतौ आगच्छन्ति। किन्तु शरीरस्य उपरितनः भागः जडत्वस्य कारणेन एतस्याः गतेः विरोधं करोति।

यदा किञ्चन लोकयानं तीव्रगत्या कस्मिंश्चित् तीक्ष्णे वर्तने आवर्तते तदा वयम् एकस्मिन् पक्षे अवनताः भवामः। एतत् अपि जडत्वस्य नियमेन ज्ञातुं शक्यते। अस्माकं शरीरं स्वस्य काञ्चित् सरलरेखीयगतिं सुरक्षितां स्थापयितुम् इच्छति। यदा लोकयानस्य दिशं परिवर्तयितुं यन्त्रद्वारा असंतुलितबलस्य प्रयोगः क्रियते तदा वयं स्वशरीरस्य जडत्वस्य कारणेन शायिकायाम् एकस्मिन् भागे अवनताः भवामः।

किञ्चन वस्तु तावत् पर्यन्तं स्वीयविरामावस्थायां भविष्यति यावत् पर्यन्तं तस्य उपरि किमपि असंतुलितं बलं प्रयुक्तं नास्ति। एतत् अधोलिखितक्रियाकलापद्वारा प्रदर्शयितुं शक्यते।

क्रियाकलापः 9.1

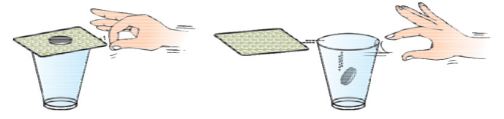
- 9.6 चित्रे दर्शितस्य अनुसारम् एकविधा एव कैरमगुडिका एकस्याः उपरि एकां स्थापयित्वा गुडिकास्तम्भः निर्मातव्यः।
- अन्या काचित् गुटिका स्व-अङ्गुल्या तीव्रतया क्षैतिजघट्टनेन गुडिकास्तम्भस्य अधस्तनगुटिकया अपघट्टनीया। यदि भवन्तः गुटिकां पर्याप्ततीव्रतया घट्टयन्ति तर्हि भवन्तः द्रक्ष्यन्ति यत् केवलम् अधस्तनगुटिका एव शीघ्रतया स्तम्भात् बहिः आगच्छति। अधस्तनगुटिकायाः बहिः आगमनान्तरम् अवशिष्टाः गुटिकाः स्वीयजडत्वस्य कारणेन लम्बवत्यां दिशि अधः पतति।



चित्रम् 9.6 कयाचित् तीव्रगतिमयकैरमगुटिकया घट्टिता भूत्वा स्तम्भस्य सर्वतः नीचैः या गुटिका सा एव स्तम्भात् बहिः आगच्छति

क्रियाकलापः 9.2

- काचस्य कस्यचित् रिक्तचषकस्य उपरि किञ्चन दृढं पत्रं स्थापनीयम्।
- इदानीं 9.7 चित्रे दर्शितस्य अनुसारं क्रीडापत्रस्य उपरि 5 रूप्यकाणाम् एकं नाणकं स्थापनीयम्। क्रीडापत्रस्य कृते अङ्गुल्या तीव्रगत्या क्षैतिजं घट्टनं दातव्यम्।
- भवन्तः प्राप्स्यन्ति यत् अग्रे अपसरति तथा च नाणकं स्वस्य जडत्वस्य कारणेन अधस्तने चषके पतति। एवं तदर्थं भवति यतोहि क्रीडापत्रस्य अपसरणानन्तरम् अपि नाणकं स्वस्य विरामावस्थां संरक्षितुम् इच्छति।



चित्रम् 9.7 अङ्गुल्या क्रीडापत्रस्य घट्टनेन पत्रस्य उपरि स्थापितं नाडकम् अधः चषके पतति

क्रियाकलापः 9.3

- जलेन पूर्णं चषकं कस्याञ्चित् आधानिकायां स्थापयन्तु।
- आधानिकां हस्तेन गृहीत्वा यावता वेगेन शक्यते, परिभ्रमन्तु।
- वयं पश्यामः यत् चषकः विलुण्ठितः भवति तथा च जलं स्रवति, किमर्थम्?

किं भवन्तः इदानीम् अवगतवन्तः यत् स्थाल्यां कंसं स्थापयितुं निधानं किमर्थं निर्मितं भवति? अकस्मात् घट्टनस्य अवस्थायां स्थाल्याः निधानं पतनात् कंसं रक्षति।

9.3 जडत्वं तथा च द्रव्यमानम्

एतवत् पर्यन्तं दत्तेभ्यः सर्वेभ्यः उदाहरणेभ्यः तथा च गतिविधिभ्यः ज्ञायते यत् प्रत्येकं वस्तु स्वगतेः अवस्थायां परिवर्तनस्य विरोधं करोति। तत् विरामावस्थायां स्यात् अथवा गतिशीलावस्थायां, तत् स्वस्य मूलावस्थां सुरक्षितुम् इच्छति। वस्तुनः एषः गुणः तस्य जडत्वं कथ्यते। किं सर्वेषां वस्तूनां जडत्वं समानं भवति? वयं जानीमः यत् पुस्तकैः पूर्णायाः पेटिकायाः प्रणोदनस्य अपेक्षया रिक्तायाः पेटिकायाः प्रणोदनं सरलं भवति। तथैव वयं पादकन्दुकं पादेन ताडयामः चेत् तत् दूरं गच्छति किन्तु यदि वयं तावता एव बलेन तावन्तम् एव दीर्घं पाषाणं ताडयामः तर्हि कदाचित् नैव अपसरेत् तथा च कदाचित् एवं करणसमये वयम् एव क्षतिग्रस्ताः भवेम। 9.2 क्रियाकलापे वयं 5 रूप्यकाणां

नाणकस्य स्थाने यदि न्यूनद्रव्यमानस्य नाणकं स्थापयामः तर्हि वयं प्राप्नुमः यत् तस्याः क्रियायाः करणे न्यूनबलस्य आवश्यकता भवति। किञ्चन शकटं चालयितुं यावतः बलस्य आवश्यकता भवति तावत् एव बलं यदि कस्यचित् रेलयानस्य उपरि प्रयुज्यते तर्हि तस्य गतौ किञ्चित् अपि परिवर्तनं न भविष्यति यतोहि शकटस्य अपेक्षया रेलयानं स्वगतौ न्यूनं परिवर्तनम् इच्छति। एवं प्रकारेण वयं वक्तुं शक्नुमः यत् रेलयानस्य जडत्वं शकटात् अधिकम् अस्ति। एतेन स्पष्टं भवति यत् भारवतां वस्तूनां जडत्वम् अधिकं भवति। मात्रात्मकरूपेण कस्यचित् वस्तुनः जडत्वं तस्य द्रव्यमानेन माप्यते। अतः वयं जडत्वं तथा च द्रव्यमानम् अधोलिखितरूपेण परिभाषितुं शक्यते।

कस्यचित् वस्तुनः जडत्वं तस्य तादृशः प्राकृतिकः गुणः अस्ति यः तस्य विरामस्य अथवा गतेः अवस्थायां परिवर्तनस्य विरोधं करोति। एवं प्रकारेण कस्यचित् वस्तुनः द्रव्यमानं तस्य जडत्वस्य मापः अस्ति।

प्रश्नः

1. अधोलिखितेषु कस्य जडत्वम् अधिकम् अस्ति—
(a) किञ्चन घृषिकन्दुकं तथा च तस्य आकारस्य पाषाणः (b) काचित् द्विचक्रिका तथा च किञ्चन रेलयानम् (c) 5 रूप्यकाणां किञ्चन नाणकं तथा च 1 रूप्यकस्य नाणकम्
2. अधोलिखितेषु उदाहरणेषु कन्दुकस्य वेगः कति वारं परिवर्तते इति ज्ञातुं प्रयासं कुर्वन्तु। “पादकन्दुकस्य कश्चित् क्रीडकः कन्दुकं पादेन ताडयित्वा कन्दुकं स्वगणस्य अन्यस्य क्रीडकस्य पार्श्वे प्रापयति। द्वितीयः क्रीडकः तत् कन्दुकं पादेन ताडयित्वा गोलं प्रति प्रापयितुं प्रयासं करोति। विपक्षिगणस्य गोलरक्षकः कन्दुकं गृह्णाति तथा च स्वगणस्य क्रीडकं प्रति पादेन ताडयति।” एतेन सह एव तत् कारकम् अपि परिचिन्वन्तु यत् प्रत्येकम् अवस्थायां बलं प्रददाति।
3. कस्यचित् पादपस्य शाखां तीव्रतया कम्पनेन कानिचित् पर्णानि पतन्ति। किमर्थम्?
4. यदा किञ्चन गतिशीलं लोकयानम् अकस्मात् तिष्ठति तदा भवन्तः अग्रतः अवनताः भवन्ति तथा च यदा विरामावस्थातः गतिशीलं भवति तदा पृष्ठतः भवन्ति, किमर्थम्?

9.4 गतेः द्वितीयः नियमः

गतेः प्रथमः नियमः वदति यत् यदा किञ्चन असंतुलितं बाह्यं बलं कस्यचित् वस्तुनः उपरि कार्यं करोति तदा तस्य वेगे परिवर्तनं भवति अर्थात् वस्तु त्वरणं प्राप्नोति। इदानीं वयं द्रक्ष्यामः यत् कस्यचित् वस्तुनः त्वरणं तस्य उपरि प्रयुक्तस्य बलस्य उपरि कथं निर्भरं भवति तथा च तत् बलं वयं कथं मापयामः। आगच्छन्तु केषाञ्चन दैनिक-अनुभवानाम् अध्ययनं कुर्मः। पटललानस्य क्रीडासमये यदि कन्दुकं कस्यचित् क्रीडकस्य शरीरेण घट्टितं भवति तर्हि सः क्षतिग्रस्तः न भवति। गत्या आगच्छत् क्रिकेटक्रीडायाः कन्दुकं कस्यचित् दर्शकस्य शरीरेण घट्टितं भवति चेत् तं क्षतिग्रस्तं कर्तुं शक्नोति। मार्गस्य तटे स्थितेन केनचित् भारवाहकेण कापि दुर्घटना न भवति। किन्तु 5 m s^{-1} सदृशन्यूनगत्या चलता भारवाहकेण घट्टनं, मार्गे स्थितस्य कस्यचित् जनस्य मृत्योः कारणं भवितुम् अर्हति। कस्यचित् लघुद्रव्यमानस्य वस्तु यथा गुलिकां यदि भुशुण्ड्या तीव्रगत्या त्यजामः तर्हि सा अपि कस्यचित् जनस्य मृत्योः कारणं भवितुम् अर्हति। एतेन ज्ञायते यत् वस्तुद्वारा उत्पन्नप्रभावः वस्तुनः द्रव्यमाने तथा च वेगे निर्भरं करोति। एतेन प्रकारेण यदि किञ्चन वस्तु त्वरितं क्रियते तर्हि अधिकवेगं प्राप्तुम् अधिकबलस्य आवश्यकता भवति। अपरशब्देन, वयं वक्तुं शक्नुमः यत् वस्तुनः द्रव्यमानेन तथा च वेगेन सम्बद्धः कश्चन महत्वपूर्णः राशिः भवति। संवेगनामकः एषः राशिः न्यूटनद्वारा प्रस्तुतः आसीत्। कस्यचित् वस्तुनः संवेगः p तस्य द्रव्यमानं m तथा च वेगः v इत्यस्य गुणनफलेन परिभाषितं कर्तुं शक्यते।

$$p = mv \quad (9.1)$$

संवेगे परिमाणं तथा च दिक् उभयं भवति। एतस्य दिक् सा भवति या u वेगस्य भवति। संवेगस्य SI मात्रकं किलोग्राममीटर/सेकेण्ड (kg m s^{-1}) भवति। यतोहि कस्यचित् असंतुलितस्य बलस्य प्रयोगेण तस्य वस्तुनः वेगे परिवर्तनं भवति अतः एतत् वक्तुं शक्यते यत् बलम् एव संवेगम् अपि परिवर्तयति।

कस्याश्चित् तादृश्याः अवस्थायाः विषये विचारं कुर्वन्तु यस्मिन् नष्टस्य विद्युत्कोषवतः किञ्चन कारयानम् ऋजुमार्गे 1 m s^{-1} गतिं प्रदातुं प्रणोदनं क्रियते, यत् च तस्य यन्त्रं सञ्चालयितुं पर्याप्तम् अस्ति। यदि एकः अथवा द्वौ

जनौ एतत् अकस्मात् प्रणुदतः तर्हि अपि एतत् सञ्चालितं न भवति। किन्तु किञ्चित् कालपर्यन्तं निरन्तरं प्रणोदनेन कारयानं गतौ आगच्छति। एतेन स्पष्टं ज्ञायते यत् कारयानस्य संवेगे परिवर्तनं केवलं बलस्य परिमाणेन न भवति अपितु तेन समयेन भवति यावत् समयपर्यन्तं तस्य उपरि बलं प्रयुज्यते। एतेन एषः अपि निष्कर्षः प्राप्तुं शक्यते यत् वस्तुनः संवेगे परिवर्तनम् आनेतुं प्रयुज्यमानं बलं तस्य समये निर्भरं करोति यस्मिन् संवेगे परिवर्तनं भवति।

गतेः द्वितीयः नियमः वदति यत् कस्यचित् वस्तुनः संवेगे परिवर्तनस्य परिमाणं तस्य उपरि प्रयुज्यमानस्य असंतुलितस्य बलस्य दिशि बलस्य समानुपातिकं भवति।

9.4.1 गतेः द्वितीयनियमस्य गणितीयगणना

चिन्तयन्तु यत् m द्रव्यमानस्य किञ्चन वस्तु u प्रारम्भिकवेगेन साक्षात् रेखायां चलति। t समयपर्यन्तं कस्यचित् निश्चितबलस्य f प्रयोगेण तस्य वस्तुनः वेगः v भवति। तदा एतस्य प्रारम्भिकः तथा च अन्तिमः संवेगः क्रमशः $p_1 = mu$ तथा च $p_2 = mv$ भविष्यति। संवेगे परिवर्तनम्

$$\begin{aligned} &\propto p_2 - p_1 \\ &\propto mv - mu \\ &\propto m \times (v - u) \end{aligned}$$

$$\text{संवेगे परिवर्तनस्य परिमाणम्} \propto \frac{m \times (v - u)}{t}$$

$$\text{अथवा प्रयुक्तं बलम्, } F \propto \frac{m \times (v - u)}{t}$$

$$F = \frac{km \times (v - u)}{t} \quad (9.2)$$

$$= km a \quad (9.3)$$

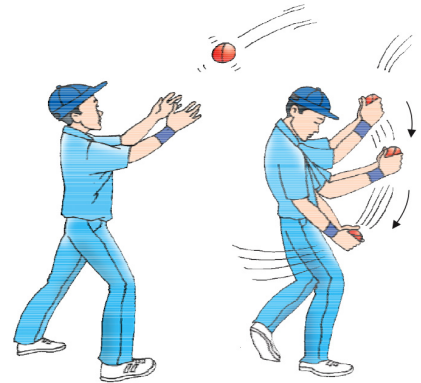
अत्र $a [= (v - u) / t]$ वेगे परिवर्तनस्य परिमाणम् अर्थात् त्वरणम् अस्ति। k कश्चित् आनुपातिकतास्थिराङ्कः अस्ति। द्रव्यमानस्य तथा च त्वरणस्य SI मात्रकं क्रमशः kg तथा च $m s^{-2}$ अस्ति। वयं बलस्य मात्रकम् एवं प्रकारेण स्वीकुर्मः यत् स्थिराङ्कः K इत्यस्य मानम् एकं भवति। एतत् घटकं बलं तस्याः मात्रायाः रूपेण परिभाषितं कुर्वन्ति, $1 kg$ द्रव्यमानवति कस्मिंश्चित् वस्तुनि $1 M S^{-2}$ इत्यस्य त्वरणम् उत्पादयति, अर्थात् एकं घटकबलं $= K (1G) \times$

$(1 M S^{-2}) \perp$ एवं प्रकारेण K इत्यस्य मानम् एकं भवति। (9.3) समीकरणात्,

$$F = MA$$

बलस्य मात्रकं $kg M S^{-2}$ अस्ति, एतत् न्यूटनम् (आइजकन्यूटननाम्ना अपि) कथ्यते, यत् N द्वारा प्रदर्श्यते। गतेः द्वितीयनियमात् अस्माभिः कस्यचित् वस्तुनः उपरि प्रयुज्यमानस्य बलस्य मापनविधिः प्राप्यते। बलं तस्मिन् वस्तुनि उत्पन्नत्वरणस्य तथा च वस्तुनः द्रव्यमानस्य गुणनफलेन प्राप्तुं शक्यते।

गतेः द्वितीयनियमस्य प्रयोगं प्रायः वयं स्वीयदैनन्दिनजीवने पश्यामः। किं भवन्तः क्रिकेटक्रीडायाः समये क्षेत्ररक्षकं तीव्रगत्या आगच्छतः कन्दुकस्य ग्रहणसमये हस्तं पृष्ठतः कर्षन्तं दृष्टवन्तः? एवं प्रकारेण क्षेत्ररक्षकः कन्दुकस्य वेगशून्यीकरणे अधिकं समयं स्वीकरोति। एवं प्रकारेण कन्दुके संवेगपरिवर्तनस्य परिमाणं न्यूनं भवति। एतेन कारणेन तीव्रगत्या आगच्छतः कन्दुकस्य प्रभावः हस्ते न्यूनः भवति। यदि कन्दुकस्य अकस्मात् स्थगनं क्रियते तर्हि तीव्रगत्या आगच्छतः कन्दुकस्य वेगः अतीव न्यूनसमये शून्यः भवति अर्थात् कन्दुकस्य संवेगे परिवर्तनस्य परिमाणम् अधिकं भविष्यति, अतः कन्दुकस्य ग्रहणे अधिकबलं प्रयोक्तव्यं भविष्यति येन कदाचित् क्रीडकस्य हस्ते घातः अपि भवितुम् अर्हति। उत्कूर्दनमये क्रीडाङ्गणे क्रीडकैः सोपधानस्य तल्पस्य उपरि अथवा वालुकायाः उपरि कूर्दनीयं भवति। एवं क्रीडकानाम् उल्लङ्घनानन्तरं पतनसमयं वर्धयितुं क्रियते। एतस्यां स्थितौ संवेगे परिवर्तनस्य परिमाणं न्यूनं भवति। चिन्तयन्तु यत् कथं कराटेक्रीडकः एकस्मिन् एव ताडने हिमखण्डं त्रोटयति।



चित्रम् 9.8 क्रिकेटक्रीडायां कन्दुकं ग्रहीतुं क्षेत्ररक्षकः कन्दुकेन सह स्वहस्तौ शनैः शनैः पृष्ठतः कर्षति।

गते: द्वितीयनियमस्य गणितीयसूत्रस्य [समीकरणस्य (9.)]
उपयोगेन गते: प्रथमनियमः गणितीयरूपेण प्राप्तुं शक्यते।
(9.4) समीकरणात्,

$$f = ma$$

$$\text{अथवा } F = \frac{m(v-u)}{t}$$

$$\text{अथवा } Ft = mv - mu \quad (9.5)$$

अर्थात् यदा $F = 0$, तदा यस्मिन् कस्मिंश्चित् अपि
समये t उपरि, $v = u$ एतस्य अर्थः एषः अस्ति यत् वस्तु
समानवेगेन u द्वारा चलिष्यति। यदि u शून्यम् अस्ति तर्हि v
अपि शून्यम् अर्थात् वस्तु विरामावस्थायाम् एव भविष्यति।

उदाहरणम् 9.1 कस्यचित् 5 kg वस्तुमानवतः वस्तुनः
उपरि 2 s कृते किञ्चन नियतं बलं कार्यरतं भवति।
एतत् वस्तुनः वेगं 3 m/s तः वर्धयित्वा 7 m/s
करोति। प्रयुक्तस्य बलस्य मात्रा ज्ञातव्या। यदि
एतत् बलं 5 s कृते आरोपितं स्यात् तर्हि वस्तुनः
अन्तिमः वेगः कः भविष्यति?

समाधानम्

वयं जानीमः यत् $u = 3 \text{ m s}^{-1}$ तथा च $v = 7 \text{ m s}^{-1}$,
 $t = 2 \text{ s}$ तथा च $m = 5 \text{ kg}$

$$(9.5) \text{ समीकरणात् } F = \frac{m(v-u)}{t}$$

मानं स्थाप्यते चेत्

$F = 5 \text{ kg} (7 \text{ m s}^{-1} - 3 \text{ m s}^{-1}) / 2 \text{ s} = 10 \text{ N}$
इदानीं यदि 5 s ($t = 5 \text{ s}$) पर्यन्तं बलं प्रयुज्यते
तर्हि (9.5) समीकरणं पुनः लिखित्वा अन्तिमः
वेगः प्राप्तुं शक्यते

$$v = u + \frac{Ft}{m}$$

u , F , m तथा च t इत्यस्य मानं स्थाप्यते चेत्
अन्तिमः वेगः $v = 13 \text{ m s}^{-1}$

उदाहरणम् 9.2 कस्मिन् अधिकबलस्य आवश्यकता
भविष्यति? 2 kg द्रव्यमानवत् वस्तु 5 m s^{-2}
इत्यस्य परिमाणेन त्वरितकरणे अथवा 5 kg

द्रव्यमानवत् वस्तु 2 m s^{-2} इत्यस्य परिमाणेन
त्वरितकरणे?

समाधानम्

$$(9.4) \text{ समीकरणात्, } F = ma$$

अत्र $m_1 = 2 \text{ kg}$: $a_1 = 5 \text{ m s}^{-2}$ तथा च $m_2 = 4 \text{ kg}$:
 $a_2 = 2 \text{ m s}^{-2}$.

एवं प्रकारेण

$$F_1 = m_1 a_1 = 2 \text{ kg} \times 5 \text{ m s}^{-2} = 10 \text{ N}$$

तथा च

$$F_2 = m_2 a_2 = 4 \text{ kg} \times 2 \text{ m s}^{-2} = 8 \text{ N}$$

$$\Rightarrow F_1 > F_2$$

अतः द्रव्यमानस्य वस्तुनः 5 m s^{-2} इत्यस्य
परिमाणेन त्वरितकरणे अधिकबलस्य आवश्यकता
भविष्यति।

उदाहरणम् 9.3 किञ्चन कारयानं 108 km/h गत्या
चलति तथा च रोधकस्य स्थापनानन्तरम् एतत्
स्थगने 4 s समयं स्वीकरोति। कारयाने रोधकस्य
स्थापनान्तरं प्रयुज्यमानस्य बलस्य गणनां कुर्वन्तु।
कारयानस्य यात्रिभिः सहितं सर्वं द्रव्यमानं 1000
 kg अस्ति।

समाधानम्

कारयानस्य प्रारम्भिकः वेगः

$$u = 108 \text{ km/h}$$

$$= 108 \times 1000 \text{ m} / (60 \times 60 \text{ s})$$

$$= 30 \text{ m s}^{-1}$$

तथा च कारयानस्य अन्तिमः वेगः, $v = 0 \text{ m s}^{-1}$

कारयानस्य समस्तद्रव्यमानम् $= 1000 \text{ kg}$ तथा च
कारयानस्य स्थगने उपयुक्तः समयः $t = 4 \text{ s}$ तथा
च (9.5) समीकरणात् रोधकस्थापकस्य बलस्य F
इत्यस्य परिमाणं $m(v-u)/t$ अस्ति।

मानस्थापनेन,

$$F = 1000 \text{ kg} \times (0 - 30) \text{ m s}^{-1} / 4 \text{ s}$$

$$= -7500 \text{ kg m s}^{-2} \text{ अथवा } -7500 \text{ N}$$

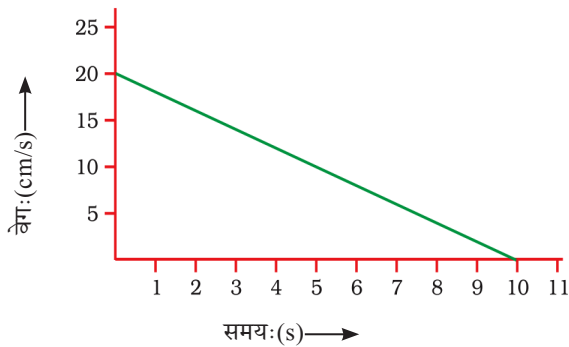
ऋणात्मकं चिह्नं दर्शयति यत् रोधकद्वारा प्रयुक्तं बलं
यानस्य गतेः विपरीतदिशि आरोपितम् अस्ति।

उदाहरणम् 9.4 5 N इत्यस्य एकं बलं कस्यचित् द्रव्यमानस्य m_1 कृते 10 m s^{-2} इत्यस्य त्वरणं ददाति तथा च द्रव्यमानस्य m_2 कृते 20 m s^{-2} इत्यस्य त्वरणं ददाति। यदि उभयं द्रव्यमानम् एकसार्धं मेलितं स्यात् तर्हि एतेन बलेन किं त्वरणम् उत्पन्नं भविष्यति?

समाधानम्

(9.4) समीकरणात् $m_1 = F/a_1$; तथा च $m_2 = F/a_2$
 अत्र $a_1 = 10 \text{ m s}^{-2}$;
 $a_2 = 20 \text{ m s}^{-2}$ तथा च $F = 5 \text{ N}$
 एतेन प्रकारेण, $m_1 = 5 \text{ N}/10 \text{ m s}^{-2} = 0.50 \text{ kg}$; तथा च
 $m_2 = 5 \text{ N}/20 \text{ m s}^{-2} = 0.25 \text{ kg}$
 यदा द्वयोः द्रव्यमानयोः एकसार्धं मेलनं क्रियते, सम्पूर्ण द्रव्यमानं $m = 0.50 \text{ kg} + 0.25 \text{ kg} = 0.75 \text{ kg}$
 इदानीं सम्पूर्णे द्रव्यमाने m उपरि 5 N बलेन उत्पन्नं त्वरणम्,
 $a = F/m = 5 \text{ N}/0.75 \text{ kg} = 6.67 \text{ m s}^{-2}$

उदाहरणम् 9.5 कस्याञ्चित् दीर्घायाम् उत्पीठिकायाम् ऋजुरेखायां गच्छतः 20 g द्रव्यमानस्य कन्दुकस्य वेगसमयः 9.9 चित्रणचित्रे प्रदत्तम् अस्ति। कन्दुकं विरामावस्थायाम् आनेतुम् उत्पीठिकाद्वारा कियत् बलम् उपयुज्यते?



चित्रम् 9.9

समाधानम्

कन्दुकस्य प्रारम्भिकः वेगः 20 cm s^{-1} अस्ति। उत्पीठिकाद्वारा कन्दुकस्य उपरि घर्षणबलस्य प्रयोगकारणेन कन्दुकस्य वेगः 10 s मध्ये शून्यः भवति। यतोहि वेगसमयचित्रणं काचित् सरलरेखा अस्ति एतेन स्पष्टम् अस्ति यत् कन्दुकं केनचित् नियतेन त्वरितबलेन सह चलति।

$$\text{त्वरणम्, } a = \frac{v - u}{t}$$

$$= (0 \text{ cm s}^{-1} - 20 \text{ cm s}^{-1})/10 \text{ s}$$

$$= -2 \text{ cm s}^{-2} = -0.02 \text{ m s}^{-2}$$

कन्दुके प्रयुक्तं घर्षणबलम्,

$$F = ma = (20/1000) \text{ kg} \times (-0.02 \text{ m s}^{-2})$$

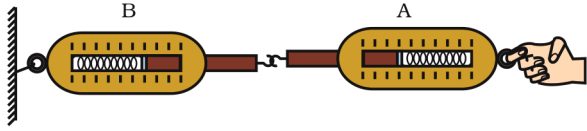
$$= -0.0004 \text{ N}$$

ऋणात्मकं चिह्नं दर्शयति यत् कन्दुकस्य गतेः दिशः विपरीतम् उत्पीठिकाद्वारा बलम् आरोपितं क्रियते।

9.5 गतेः तृतीयः नियमः

पूर्वतनयोः द्वयोः गत्योः नियमेभ्यः अस्माभिः ज्ञायते यत् किञ्चन प्रयुक्तं बलं वस्तुनः गतेः अवस्थायां परिवर्तनम् आनयति तथा च एतेन वयं बलस्य मापनविधिम् अपि प्राप्नुमः। गतेः तृतीयस्य नियमस्य अनुसारं यदा एकं वस्तु द्वितीयस्य वस्तुनः उपरि बलस्य उपयोगं करोति तदा द्वितीयं वस्तु अपि प्रथमस्य वस्तुनः उपरि तत्क्षणम् एव बलस्य उपयोगं करोति। एतत् बलद्वयम् अपि परिमाणेन सर्वदा समानं किन्तु दिशि विपरीतं भवति। एतस्य तात्पर्यम् अस्ति यत् बलं सदैव युगलरूपेण भवति। एतत् बलं कदापि एकस्य वस्तुनः उपरि कार्यं न करोति अपितु द्वयोः भिन्नभिन्नवस्तुनोः उपरि कार्यं करोति। पादकन्दुकस्य क्रीडायां प्रायः वयं कन्दुकं तीव्रगत्या पादप्रहारस्य क्रमे विपक्षिणस्य क्रीडकेन सह घटिताः भवामः। एतस्मिन् क्रमे द्वौ क्रीडकौ परस्परं बलस्य प्रयोगं कुरुतः अतः एव द्वौ अपि क्रीडकौ क्षतिग्रस्तौ भवतः। अन्यशब्देन, कस्यचित् एकलबलस्य अस्तित्वं न भवति अपितु एतत् सर्वदा युगलरूपेण भवति। एतत् उभयं विरोधिबलं क्रियाबलं तथा च प्रतिक्रियाबलं कथ्यते।

चिन्तयन्तु यन्त्रतुला द्वयं परस्परं संयुक्तं भवति यथा 9.10 चित्रे प्रदर्शितम् अस्ति। ख तुलायाः स्थिरं शीर्षं भित्त्या संयुक्तम् अस्ति। यदा क तुलायाः मुक्ते शीर्षे बलं प्रयुज्यते तदा वयं प्राप्नुमः यत् तुलाद्वयम् अपि समानं मानं दर्शयति। अर्थात् क तुलाद्वारा ख तुलायाः उपरि प्रयुक्तं बलं ख तुलाद्वारा क तुलायाः उपरि प्रयुक्तस्य बलस्य परिमाणे समानम् अस्ति। क तुलाद्वारा ख तुलायाः उपरि प्रयुक्तं बलं क्रिया अस्ति किन्तु ख तुलाद्वारा क तुलायाः उपरि प्रयुक्तं बलं प्रतिक्रिया अस्ति। अतः गते: तृतीयः नियमः एवं प्रकारेण अपि व्यक्तीक्रियते। कस्याश्चित् अपि क्रियायाः कृते तत्समाना किन्तु विपरीतदिशि प्रतिक्रिया भवति। यद्यपि एतत् अवश्यं ध्यातव्यं यत् क्रियाबलं तथा च प्रतिक्रियाबलं सदैव द्वयोः भिन्नभिन्नवस्तुनोः उपरि कार्यं करोति।



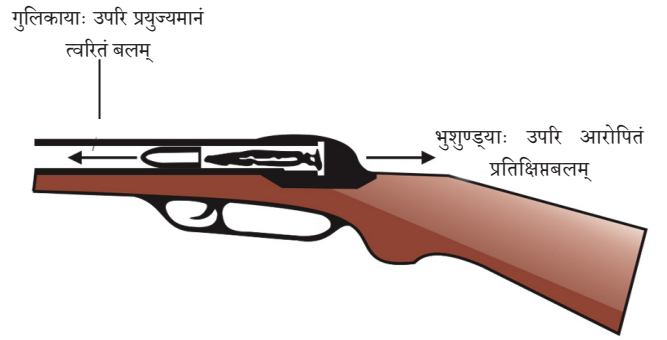
चित्रम् 9.10 क्रियाबलं तथा च प्रतिक्रियाबलं समानं तथा च विपरीतं भवति ।

चिन्तयन्तु भवन्तः विरामावस्थायां सन्ति तथा च मार्गे चलनस्य आरम्भं कुर्वन्ति। द्वितीयनियमस्य अनुसारं एतस्य कृते कस्यचित् बलस्य आवश्यकता भवति, यत् भवतां शरीरे त्वरणम् उत्पादयति। एतत् कीदृशं बलम् अस्ति? किम् एतत् पेशीयं बलम् अस्ति यस्य भवन्तः मार्गे प्रयोगं कुर्वन्ति? किम् एतस्य बलस्य वयं तस्याम् एव दिशि प्रयोगं कुर्मः? यस्यां दिशि वयम् अग्रतः गच्छामः? न, वयं मार्गस्य पृष्ठं स्वस्य पादाभ्यां पृष्ठतः प्रणुदामः। मार्गः अपि भवतां पादयोः उपरि तावतः एव प्रतिक्रियाबलस्य विपरीतदिशि प्रयोगं करोति यस्य प्रभावेण भवन्तः अग्रतः गच्छन्ति।

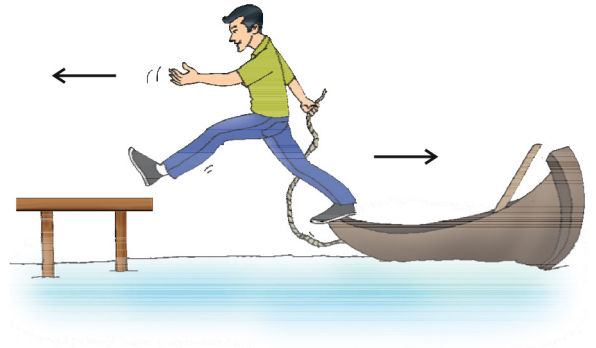
एतत् ज्ञानम् आवश्यकम् अस्ति यत् यद्यपि क्रियाबलं तथा च प्रतिक्रियाबलं परिमाणे सर्वदा समानं भवति तथापि एतत् बलम् एकसमानपरिमाणस्य त्वरणम् उत्पादयितुं न शक्नोति। एवं तदर्थम् अस्ति यतोहि प्रत्येकं बलं भिन्नभिन्नद्रव्यमानस्य वस्तुनाम् उपरि कार्यं करोति।

भुशुण्ड्या गुलिकात्यागस्य अवस्थायां, भुशुण्डिद्वारा गुलिकायाः उपरि अग्रेसरं किञ्चन बलम्

आरोपितं भवति। गुलिका अपि भुशुण्ड्याम् एकसमानबलस्य किन्तु विपरीतदिशि प्रतिक्रियाबलस्य उपयोगं करोति। एतेन भुशुण्डिः पृष्ठतः प्रतिक्रिया भवति (9.11) चित्रे। यतोहि भुशुण्ड्याः द्रव्यमानं गुलिकायाः द्रव्यमानात् अधिकं भवति अतः भुशुण्ड्याः त्वरणं गुलिकायाः त्वरणात् बहु न्यूनं भवति। केनचित् नाविकेन नौकातः अग्रतः कूर्दनस्य स्थितौ अपि गते: तृतीयः नियमः प्रदर्शयितुं शक्यते। यदा नाविकः अग्रतः कूर्दते तदा नौकायाः उपरि प्रयुज्यमानं प्रतिक्रियाबलं नौकां पृष्ठतः प्रणुदति (9.12) चित्रे।



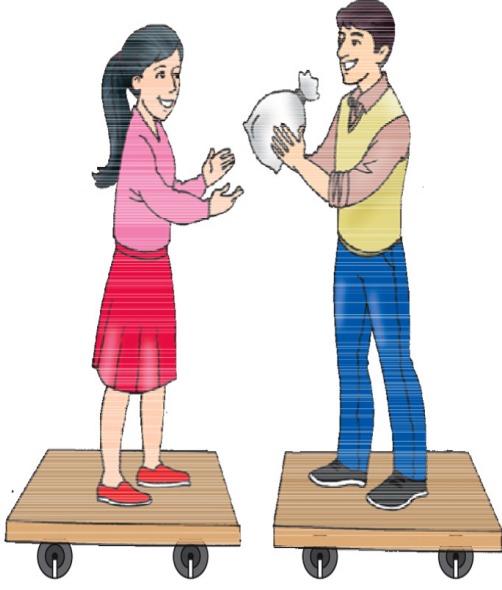
चित्रम् 9.11 गुलिकायाः उपरि प्रयुज्यमानं त्वरितबलं तथा च भुशुण्ड्याः प्रतिक्रियाबलम् ।



चित्रम् 9.12 नाविकस्य अग्रतः कूर्दनस्य अवस्थायां नौका पृष्ठतः गतिं करोति।

क्रियाकलापः 9.4

- कौचित् द्वौ बालकौ चक्रमये वाहने स्थातुं वदन्तु यथा 9.13 चित्रे प्रदर्शितम् अस्ति।
- ताभ्यां वालुकया पूर्णं स्यूतम् अथवा किञ्चन भारमयं वस्तु ददतु।
- किं वालुकायाः स्यूतस्य क्षेपण(क्रिया)कारणेन तस्मात् प्रत्येकं तत्कालीनप्रतिक्रियायाः अनुभवं कुर्वन्ति?
- भवन्तः वाहनस्य चक्रे काञ्चित् श्वेतरेखां कर्षन्तु यतोहि यदा तौ द्वौ बालकौ स्यूतं क्षिपतः तदा वाहनस्य गतेः अवलोकनं कर्तुं शक्यते।



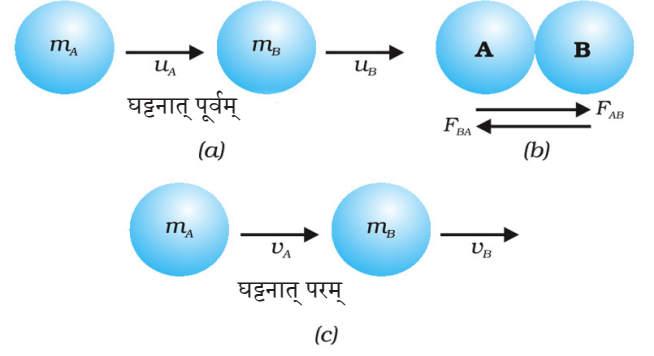
चित्रम् 9.13

- इदानीं द्वौ बालकौ कस्मिंश्चित् वाहने स्थितौ कुर्वन्तु तथा च कञ्चन अन्यं बालकं द्वितीये वाहने। भवन्तः अत्र गते: द्वितीयनियमं द्रष्टुं शक्नुवन्ति, यतोहि एतस्याम् अवस्थायाम् एतत् बलं भिन्नं भिन्नं त्वरणम् उत्पादयति।

एतस्यां क्रियायां प्रदर्शितं वाहनं 50 cm × 100 cm आकारस्य 12 mm अथवा 18 mm स्थूल प्लाईबोर्ड मध्ये युगलद्वयं चक्रं योजयित्वा निर्मातुं शक्यते। स्केटबोर्ड प्रभावी न भविष्यति यतोहि एतस्य सरलरेखायां गतिकरणं कठिनम् अस्ति।

9.6 संवेगसंरक्षणम्

चिन्तयन्तु वस्तुद्वयं (कन्दुकद्वयं क तथा च ख) यस्य द्रव्यमानं क्रमशः m_A तथा च m_B अस्ति एकस्याम् एव सरलरेखीयदिशि भिन्नः भिन्नः वेगः क्रमशः u_A तथा च u_B गतिं करोति [9.14 (क) चित्रे] तथा च तेषाम् उपरि किञ्चन अन्यत् असंतुलितं बलं कार्यरतं नास्ति। चिन्तयन्तु $u_A > u_B$ तथा च कन्दुकद्वयम् अपि परस्परं घट्टितं भवति यथा 9.14 (ख) मध्ये दर्शितम् अस्ति। चिन्तयन्तु घट्टनस्य समयः t अस्ति। एतस्मिन् क्रमे क कन्दुकं ख कन्दुकस्य उपरि F_{AB} बलस्य प्रयोगं करोति तथा च ख कन्दुकं क कन्दुकस्य उपरि F_{BA} बलस्य प्रयोगं करोति। चिन्तयन्तु घट्टनानन्तरं क कन्दुकस्य तथा च ख कन्दुकस्य वेगः क्रमशः v_A तथा च v_B अस्ति [9.14 (ग) चित्रे]।



चित्रम् 9.14 द्वयोः कन्दुकयोः घट्टने संवेगस्य संरक्षणम्

(9.1) समीकरणात्, क कन्दुकस्य संवेगः घट्टनात् पूर्व तथा च अनन्तरं क्रमशः $m_A u_A$ तथा च $m_A v_A$ भविष्यति। संवेगे परिवर्तनस्य परिमाणं (अथवा F_{AB} , क्रिया) घट्टनस्य समये भविष्यति $m_A \frac{(v_A - u_A)}{t}$ तथैव B कन्दुकस्य संवेगपरिवर्तनस्य परिमाणं (अथवा F_{BA} , प्रतिक्रिया) घट्टनस्य समयः $m_B \frac{(v_B - u_B)}{t}$ भविष्यति।

गते: तृतीयनियमस्य अनुसारं क कन्दुकेन ख कन्दुकस्य उपरि प्रयुक्तं बलं F_{AB} तथा च ख कन्दुकेन प्रयुक्तं बलं F_{BA} परस्परं समानं तथा च विपरीतं भविष्यति। अतः

$$F_{AB} = -F_{BA} \quad (9.6)$$

अथवा $m_A \frac{(v_A - u_A)}{t} = -m_B \frac{(v_B - u_B)}{t}$
अतः

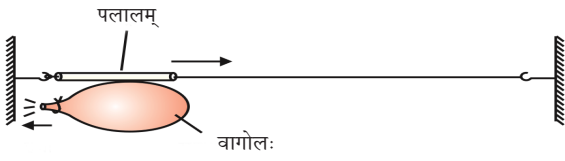
$$m_A u_A + m_B u_B = m_A v_A + m_B v_B \quad (9.7)$$

घट्टनात् पूर्व क कन्दुकस्य तथा च ख कन्दुकस्य सम्पूर्णः संवेगः $(m_A u_A + m_B u_B)$ तथा च घट्टनानन्तरं सम्पूर्णः संवेगः $(m_A v_A + m_B v_B)$ अस्ति। (9.7) समीकरणात् वयं प्राप्नुमः यत् कन्दुकयोः उपरि किमपि बाह्यं बलं कार्यं न करोति तदा तयोः कन्दुकयोः सम्पूर्णः संवेगः न परिवर्तते अथवा सम्पूर्णः संवेगः संरक्षितः भवति।

एतस्य प्रयोगस्य आधारेण वयं वक्तुं शक्नुमः यत् द्वयोः वस्तुनोः संवेगस्य योगः घट्टनात् पूर्व तथा च घट्टनात् परं समानः भवति। यद्यपि तस्य उपरि किमपि असंतुलितं बलं कार्यं न करोति। एषः संवेगसंरक्षणस्य नियमः कथ्यते। एषः एवं प्रकारेण अपि व्यक्तीकर्तुं शक्यते यत् द्वयोः वस्तुनोः सम्पूर्णः संवेगः घट्टनस्य प्रक्रियायाम् अपरिवर्तनीयः अथवा संरक्षितः भवति।

क्रियाकलाप: 9.5

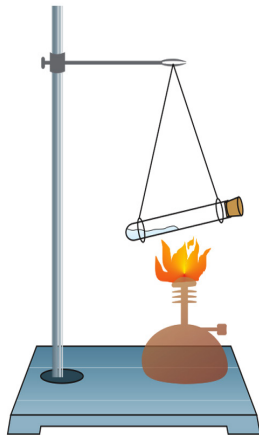
- कस्मिंश्चित् दीर्घाकारे वागोले पूर्णरूपेण वायुं पूरयन्तु।
- एतस्य मुखं सूत्रखण्डेन पिदधतु।
- एतस्य तले लेपनपट्टिकया 9.15 चित्रे दर्शितानुसारं काञ्चित् सुनम्यपलालं योजयन्तु।
- पलालस्य मध्ये किञ्चन सूत्रं पारयन्तु यस्य शीर्षद्वयं भित्तेः उपरि चित्रानुसारं योजयन्तु।
- वागोलस्य मुखे बद्धं सूत्रखण्डम् उद्धाटयन्तु।
- इदानीं वागोले पूर्णः वायुः तस्य मुखात् बहिः निस्सरिष्यति। पलालस्य अथवा वागोलस्य गतेः दिशः अवलोकनं कुर्वन्तु।



चित्रम् 9.15

क्रियाकलाप: 9.6

- उत्तमस्य काचस्य काञ्चित् परीक्षणनलिकां स्वीकुर्वन्तु तथा च तस्यां किञ्चित् जलं स्थापयन्तु। परीक्षणनलिकायाः मुखे किञ्चन स्थगनपिधानं स्थापयन्तु।
- 9.16 चित्रे दर्शितानुसारम् इदानीं परीक्षणनलिकां द्वयोः सूत्रखण्डयोः माध्यमेन स्थानके क्षैतिजदिशि अवलम्बयन्तु।
- दाहकस्य साहाय्येन परीक्षणनलिका तावत् पर्यन्तम् उष्णीकरणीया यावत् पर्यन्तं परीक्षणनलिकायाः जलं वाष्पितं न भवति तथा च पिधानं बहिः न आगच्छति।
- वयं प्राप्नुमः यत् परीक्षणनलिका पिधानस्य गतेः विपरीतदिशि प्रक्षिप्ता भवति।



चित्रम् 9.16

पिधानस्य तथा च परीक्षणनलिकायाः वेगे भेदस्य अपि अवलोकनं कुर्वन्तु।

उदाहरणम् 9.6 किलोद्वयपरिमितया कयाचित् भुशुण्ड्या 20 g द्रव्यमानस्य काचित् गुलिका 150 m s⁻¹ इत्यस्य क्षैतिजवेगेन त्यज्यते। भुशुण्ड्याः पृष्ठतः अपसरणवेगस्य परिकलनं कुर्वन्तु।

समाधानम्

गुलिकायाः द्रव्यमानं, $m_1 = 20 \text{ g} (= 0.02 \text{ kg})$
 भुशुण्ड्याः द्रव्यमानं, $m_2 = 2 \text{ kg}$
 गुलिकायाः प्रारम्भिकः वेगः (u_1) तथा च भुशुण्ड्याः प्रारम्भिकः वेगः (u_2) क्रमशः शून्यम् अस्ति।
 अर्थात् $u_1 u_2 = 0$
 गुलिकायाः अन्तिमः वेगः $v_1 = + 150 \text{ m s}^{-1}$
 गुलिकायाः दिक् वामतः दक्षिणपरम्परायाः अनुसारं धनात्मिका (9.17 चित्रे) स्वीकृता अस्ति। चिन्तयन्तु भुशुण्ड्याः प्रतिक्रियाः वेगः v अस्ति। गुलिकायाः त्यागात् पूर्वं, गुलिकायाः तथा च भुशुण्ड्याः सम्पूर्णः वेगः,

$$= (2 + 0.02) \text{ kg} \times 0 \text{ m s}^{-1} \\ = 0 \text{ kg m s}^{-1}$$

$$\text{गुलिकायाः त्यागानन्तरं सम्पूर्णः वेगः} \\ = 0.02 \text{ kg} \times (+ 150 \text{ m s}^{-1}) \\ + 2 \text{ kg} \times v \text{ m s}^{-1} \\ = (3 + 2v) \text{ kg m s}^{-1}$$

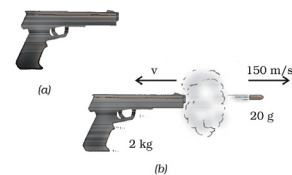
संवेगसंरक्षणनियमस्य अनुसारम्

गुलिकायाः त्यागानन्तरं सम्पूर्णः वेगः = गुलिकायाः त्यागात् पूर्वं सम्पूर्णः वेगः

$$3 + 2v = 0$$

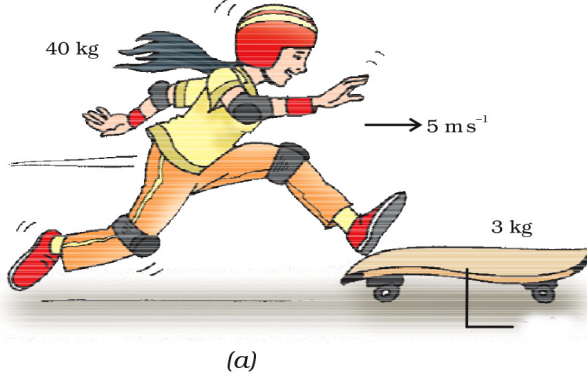
$$\Rightarrow v = - 1.5 \text{ m s}^{-1}$$

ऋणात्मकं चिह्नं दर्शयति यत् भुशुण्डिः गुलिकायाः विपरीतदिशि अर्थात् वामतः दक्षिणदिशं प्रति प्रतिक्रिया भवति।

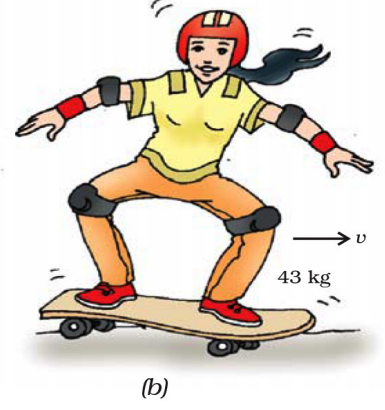


चित्रम् 9.17 भुशुण्ड्याः प्रतिक्रिया

उदाहरणम् 9.7 40 kg द्रव्यमानवती काचित बालिका 5 m s⁻¹ इत्यस्य क्षैतिजवेगेन कस्मिंश्चित् 3 kg द्रव्यमानवति स्थिरे वाहने कूर्दते। वाहनस्य



चक्राणि घर्षणरहितानि सन्ति। वाहनस्य गतेः प्रारम्भिक-अवस्थायां काष्ठस्य वेगः कः भविष्यति? चिन्तयन्तु यत् क्षैतिजदिशि किमपि असंतुलितं बलं कार्यं न करोति।



चित्रम् 9.18 बालिका वाहने कूर्दते

समाधानम्

बालिकायाः तथा च वाहनस्य बालिकायाः कूर्दनात् पूर्व सम्पूर्णः वेगः

$$= 40 \text{ kg} \times 5 \text{ m s}^{-1} + 3 \text{ kg} \times 0 \text{ m s}^{-1} \\ = 200 \text{ kg m s}^{-1}$$

चिन्तयन्तु यत् बालिकायाः वाहनस्य उपरि कूर्दनानन्तरं वाहनस्य तथा च बालिकायाः वेगः v अस्ति। एतस्याम् अवस्थायां वाहनस्य तथा च बालिकायाः सम्पूर्णः वेगः

$$= (40 + 3) \text{ kg} \times v \text{ m s}^{-1} \\ = 43 v \text{ kg m s}^{-1}$$

संवेगसंरक्षणस्य नियमानुसारं द्वयोः स्थित्योः सम्पूर्णः संवेगः समानः भविष्यति। अर्थात्

$$43 v = 200$$

$$\Rightarrow v = 200/43 = + 4.65 \text{ m s}^{-1}$$

वाहने आरूढा बालिका 4.65 m s⁻¹ इत्यस्य वेगेन उल्लङ्घनस्य दिशि चलिष्यति (9.18 चित्रे)।

वेगेन गतौ आसीत्, किन्तु द्वितीयः क्रीडकः यस्य द्रव्यमानं 55 kg अस्ति तथा च सः 6.0 m s⁻¹ इत्यस्य वेगेन प्रथमक्रीडकं प्रति गतिं कुर्वन् आसीत्। अपघटिताः भूत्वा संसंक्तेः अनन्तरं तौ द्वौ कस्यां दिशि केन वेगेन गतिं करिष्यतः। चिन्तयन्तु यत् द्वयोः क्रीडकयोः पादानां तथा च पृथिव्याः मध्ये कार्यरतं घर्षणबलं नगण्यम् अस्ति।

समाधानम्

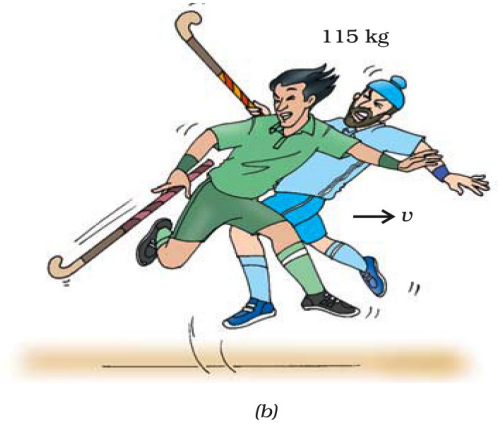
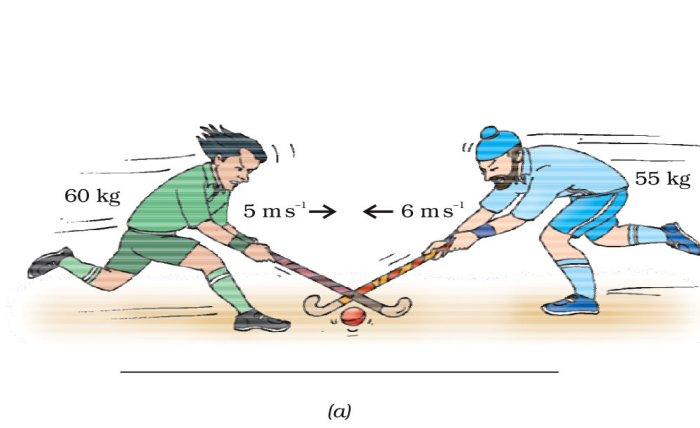
चिन्तयन्तु प्रथमः क्रीडकः वामतः दक्षिणदिशं प्रति धावति। परम्परायाः अनुसारं वामतः दक्षिणगतेः दिक् धनात्मिका तथा च दक्षिणतः वामगतेः दिक् ऋणात्मिका स्वीक्रियते (9.19 चित्रे)। m तथा च u प्रतीकयोः द्वयोः क्रीडकयोः क्रमशः द्रव्यमानं तथा च वेगः प्रदर्श्यते। एतेषां भौतिकराशीनाम् उपरि अधोलिखिताः संख्याः 1 तथा च 2 क्रमशः प्रथमं तथा च द्वितीयं यष्टिक्रीडकं दर्शयति। अतः

$$m_1 = 60 \text{ kg}; u_1 = +5 \text{ m s}^{-1}; \text{ तथा च } \\ m_2 = 65 \text{ kg}; u_2 = -5 \text{ m s}^{-1}$$

घट्टनात् पूर्व द्वयोः क्रीडकयोः सम्पूर्णः संवेगः

$$= 60 \text{ kg} \times (+5 \text{ m s}^{-1}) + 65 \text{ kg} \times (-5 \text{ m s}^{-1}) \\ = -30 \text{ kg m s}^{-1}$$

उदाहरणम् 9.8 यष्ट्याः प्रतिद्वन्द्विगणानां द्वौ क्रीडकौ कन्दुकस्य ताडनप्रयासे परस्परं घट्टितौ भवतः तथा च परस्परं संसंक्तौ भवतः। प्रथमक्रीडकस्य द्रव्यमानं 60 Kg अस्ति तथा च सः 5.0 m s⁻¹ इत्यस्य



चित्रम् 9.19 द्वयोः यष्टिक्रीडयोः घट्टनं (a) घट्टनात् पूर्वम् तथा च (b) घट्टनात् परम् ।

चिन्तयन्तु यत् द्वयोः यष्टिक्रीडकयोः घट्टनानन्तरं संसक्ते वेगः v अस्ति, घट्टनानन्तरं सम्पूर्णः संवेगः

$$= (m_1 + m_2) \times v$$

$$= (60 + 55) \text{ kg} \times v \text{ m s}^{-1}$$

$$= 115 \times v \text{ kg m s}^{-1}$$

संवेगसंरक्षणस्य नियमानुसारं, घट्टनात् पूर्व तथा च घट्टनानन्तरं संवेगस्य समानतया,

$$v = -30/115 = 0.26 \text{ m s}^{-1}$$

अतः संसक्तानन्तरं द्वौ अपि क्रीडकौ दक्षिणतः वामदिशं प्रति 0.26 m s^{-1} इत्यस्य वेगेन गतिशीलौ भविष्यतः।

प्रश्नः

1. यदि क्रिया सदैव प्रतिक्रियायाः समाना अस्ति तर्हि स्पष्टं कुर्वन्तु यत् अश्वः शकटं कथं कर्षितुं शक्नोति?
2. कश्चित् अग्निशमकः कर्मकरः तीव्रगत्या अधिकमात्रायां जलस्य क्षेपिकां नलिकां ग्रहीतुं किमर्थं कठिनताम् अनुभवति? स्पष्टं कुर्वन्तु।
3. कस्यचित् 50 g द्रव्यमानस्य गुलिका 4 kg द्रव्यमानस्य भुशुण्डिकया 35 m s^{-1} इत्यस्य प्रारम्भिकवेगेन त्यज्यते। भुशुण्डिकायाः प्रारम्भिकस्य प्रतिक्रियस्य वेगस्य गणनां कुर्वन्तु।
4. 100 g तथा च 200 g द्रव्यमानस्य वस्तुद्वयम् एकस्याः एव रेखायाः अनुसारम् एकस्याम् एव दिशि क्रमशः 2 m s^{-1} तथा च 1 m s^{-1} इत्यस्य वेगेन गतिं करोति। वस्तुद्वयम् अपि घट्टितं भवति। घट्टनात् परं प्रथमस्य वस्तुनः वेगः 1.67 m s^{-1} भवति, चेत् द्वितीयस्य वस्तुनः वेगं जानन्तु।

संरक्षणस्य नियमः

संरक्षणस्य सर्वे नियमाः ; यथा - संवेगः, ऊर्जा, कोणीयसंवेगः, आवेशः इत्यादीनां संरक्षणं भौतिक्यां मौलिकनियमाः मन्यन्ते। एते सर्वे अपि संरक्षणनियमाः प्रायोगिकप्रेक्षणानाम् उपरि आधारिताः सन्ति। एतत् अवश्यं स्मरणीयं यत् संरक्षणस्य नियमाः प्रमाणयितुं न शक्यन्ते। एते प्रयोगाणां माध्यमेन एव सत्यापयितुम् अथवा खण्डयितुं शक्यन्ते। कस्यचित् अपि संरक्षणनियमस्य अनुकूलप्रयोगस्य परिणामः तान् नियमान् सत्यापयति, किन्तु तान् नैव साधयति। अन्यत्र यदि एकस्य अपि प्रयोगस्य परिणामः एतस्य नियमस्य विरोधे भवति तर्हि एषः संरक्षणनियमं खण्डयितुं पर्याप्तः भविष्यति।

संवेगसंरक्षणस्य नियमः विभिन्नप्रकारका णां निरीक्षणानां तथा च प्रयोगाणाम् अनन्तरं निगमितः भवति। एषः नियमः प्रायः त्रिभ्यः शताब्देभ्यः पूर्वं प्रतिपादितः आसीत्। एतं नियमं खण्डयितुं काचित् अपि स्थितिः एतावत् पर्यन्तं नैव अनुभूता न च ज्ञाता अस्ति। विभिन्नाः दैनिक-अनुभवाः संवेगसंरक्षणनियमस्य आधारेण स्पष्टाः कर्तुं शक्यन्ते।



भवन्तः

किम्

अधिगतवन्तः

- गते: प्रथमः नियमः – वस्तु स्वस्य विरामावस्थायाम् अथवा सरलरेखायाम् कस्याश्चित् समानगते: अवस्थायां तावत् पर्यन्तं संरक्षितं भवति यावत् पर्यन्तं तस्य उपरि किमपि असंतुलितं बलं कार्यं न करोति।
- वस्तुद्वारा स्वगते: अवस्थायां परवर्तनस्य प्रतिरोधकरणस्य प्रवृत्तिः जडत्वं कथ्यते।
- कस्यचित् वस्तुनः द्रव्यमानं तस्य जडत्वस्य मापः अस्ति। एतस्य SI मात्रकं किलोग्राम (kg) अस्ति।
- घर्षणबलं सदैव वस्तुनः गते: प्रतिरोधं करोति।
- गते: द्वितीयः नियमः – कस्यचित् वस्तुनः संवेगपरिवर्तनस्य परिमाणं वस्तुनः उपरि आरोपितस्य असंतुलितस्य बलस्य समानुपाति तथा च बलस्य दिशि भवति।
- बलस्य SI मात्रकं kg m s^{-2} अस्ति। एतत् न्यूटननाम्ना अपि ज्ञायते तथा च प्रतीकं N द्वारा व्यक्तं क्रियते। 1 न्यूटनस्य बलं कस्यचित् 1 kg द्रव्यमानस्य वस्तुनि 1 m s^{-2} इत्यस्य त्वरणम् उत्पादयति।
- वस्तुनः संवेगः, तस्य द्रव्यमानस्य तथा च वेगस्य गुणनफलं भवति तथा च एतस्य दिक् सा एव भवति या वस्तुनः वेगस्य भवति। एतस्य SI मात्रकं kg m s^{-1} भवति।
- गते: तृतीयः नियमः – प्रत्येकं क्रियायाः समाना तथा च विपरीता प्रतिक्रिया भवति। एते द्वे विभिन्नवस्तूनाम् उपरि कार्यं कुरुतः।
- कस्मिंश्चित् वियुक्ते निकाये (सः निकायः यस्य उपरि किमपि बाह्यं बलं कार्यरतं न स्यात्) सम्पूर्णः संवेगः संरक्षितः भवति।



अभ्यासः

1. किञ्चन वस्तु शून्यं बाह्यम् असंतुलितं बलम् अनुभवति। किं कस्यचित् अपि वस्तुनः कृते अशून्यवेगेन गतिः सम्भवति? यदि आम्! तर्हि वस्तुनः वेगस्य परिमाणस्य तथा च दिशः उपरि प्रयुज्यमानानां प्रतिबन्धानाम् उल्लेखं कुर्वन्तु। यदि नास्ति तर्हि कारणं स्पष्टं कुर्वन्तु।
2. यदा केनचित् दण्डेन कटः ताड्यते तदा धूलेः कणाः बहिः आगच्छन्ति। स्पष्टं कुर्वन्तु।
3. लोकयानस्य छदे: उपरि स्थापितं वस्तु रज्जुद्वारा किमर्थं बध्यते?
4. केनचित् क्रिकेटक्रीडकेन कन्दुकं ताड्यते चेत् कन्दुकं भूम्यां विलुण्ठति। किञ्चित् दूरं गत्वा कन्दुकं तिष्ठति। कन्दुकं स्थगनार्थं मन्दं भवति, यतोहि
 - (a) क्रीडकः कन्दुकं पर्याप्तप्रयासेन नैव ताडयति।
 - (b) वेगः कन्दुकस्य उपरि प्रयुक्तस्य बलस्य समानुपाती अस्ति।
 - (c) कन्दुकस्य उपरि गते: दिशः विपरीतं किञ्चन बलं कार्यं करोति।
 - (d) कन्दुकस्य उपरि किमपि असंतुलितं बलं कार्यरतं नास्ति, अतः कन्दुकं विरामावस्थायाम् आगन्तुं प्रयासरतम् अस्ति।

(शुद्धस्य विकल्पस्य चयनं कुर्वन्तु)

5. किञ्चन भारवाहकं विरामावस्थातः कस्माच्चित् पर्वतात् अधः नियतत्वरणेन विलुण्ठति। एतत् 20 s मध्ये 400 m दूरतां पर्यटति। एतस्य त्वरणं जानन्तु। यदि एतस्य द्रव्यमानं 7 टन अस्ति तर्हि एतस्य उपरि प्रयुज्यमानस्य बलस्य गणनां कुर्वन्तु। (1 टन = 1000 kg)।
6. 1 kg द्रव्यमानस्य कञ्चन पाषाणं 20 m s^{-1} इत्यस्य वेगेन सरोवरस्य संशीते तले प्रक्षिप्यते। पाषाणः 50 m दूरं गत्वा तिष्ठति। पाषाणस्य तथा च हिमस्य मध्ये प्रयुज्यमानस्य घर्षणबलस्य गणनां कुर्वन्तु।
7. कस्यचित् 8000 kg द्रव्यमानस्य रेलयानस्य यन्त्रं 2000 kg द्रव्यमानवन्ति पञ्च पथिकयानानि ऋजुरेलमार्गे कर्षति। यदि यन्त्रं 40000 N इत्यस्य बलम् आरोपयति तथा च रेलमार्गः 5000 N इत्यस्य घर्षणबलस्य प्रयोगं करोति तर्हि ज्ञातं कुर्वन्तु।
(a) जालत्वरणस्य बलम्
(b) रेलयानस्य त्वरणं तथा च
(c) प्रथमपथिकयानेन द्वितीयपथिकयानस्य उपरि प्रयुक्तं बलम्।
8. कस्यचित् वाहनस्य द्रव्यमानं 1500 kg अस्ति। यदि वाहनं 1.7 m s^{-2} इत्यस्य ऋणात्मकेन त्वरणेन (अवमन्दनेन) सह विरामावस्थायाम् आनेतव्यं तर्हि वाहनस्य तथा च मार्गस्य मध्ये प्रयुज्यमानं बलं कियत् भविष्यति?
9. कस्यचित् m द्रव्यमानस्य वस्तु यस्य वेगः v अस्ति तस्य संवेगः कः भविष्यति?
(a) $(mv)^2$ (b) mv^2 (c) $(\frac{1}{2}) mv^2$ (d) mv
10. वयं काञ्चित् काष्ठपेटिकां 200 N बलं प्रयुज्य तां नियतवेगेन कुट्टिमस्य उपरि प्रणुदामः। पेटिकायाः उपरि प्रयुज्यमानं घर्षणबलं किं भविष्यति?
11. वस्तुद्वयं, प्रत्येकं द्रव्यमानं 1.5 kg अस्ति, एकस्याम् एव ऋजुरेखायां परस्परं विपरीतदिशि गतिं करोति। घट्टनात् पूर्वं प्रत्येकं वेगः 2.5 m s^{-1} अस्ति। घट्टनात् परं यदि द्वयम् अपि परस्परं संयुक्तं भवति तर्हि तयोः सम्मिलितः वेगः कः भविष्यति?
12. गतेः तृतीयनियमस्य अनुसारं यदा वयं कञ्चित् वस्तु प्रणुदामः तदा वस्तु तावता एव बलेन सह अस्मान् अपि विपरीतदिशि प्रणुदति। यदि तत् वस्तु किञ्चन भारवाहकम् अस्ति यत् मार्गस्य तटे स्थितम् अस्ति तर्हि प्रायः अस्माभिः बलस्य आरोपेण अपि गतिशीलं भवितुं न अर्हेत्। कश्चन छात्रः एतत् शुद्धं प्रतिपादयन् वदति यत् बलद्वयम् अपि विपरीतं तथा च समानम् अस्ति यत् च परस्परं निरस्तं करोति। एतस्य तर्कस्य आधारेण स्वीयविचारान् ददतु तथा च वदन्तु यत् भारवाहकं किमर्थं गतिशीलं भवितुं न शक्तम्।
13. 200 g द्रव्यमानस्य किञ्चन यष्टिकन्दुकं 10 m s^{-1} इत्यस्य वेगेन ऋजुरेखायां चलत् 5 kg द्रव्यमानस्य काष्ठखण्डेन संघट्टं करोति तथा च तेन संयुक्तं भवति। तदनन्तरं तत् द्वयम् अपि तस्याम् एव रेखायां गतिं करोति। संघट्टात् पूर्वं तथा च संघट्टात् परं सम्पूर्णस्य संवेगस्य गणनां कुर्वन्तु। द्वयोः वस्तुनोः संयुक्तवस्थायां वेगस्य गणनां कुर्वन्तु।
14. 10 g द्रव्यमानस्य काचित् गुलिका ऋजुरेखायां 150 m s^{-1} इत्यस्य वेगेन चलित्वा

कस्यचित् काष्ठस्य खण्डेन अपघटिता भवति तथा च 0.03 s अनन्तरं स्थितं भवति। गुलिका काष्ठं कियत् दूरं पारयिष्यति? काष्ठस्य खण्डेन गुलिकायाः उपरि प्रयुक्तस्य बलस्य परिमाणस्य गणनां कुर्वन्तु।

15. किञ्चन वस्तु यस्य द्रव्यमानं 1 kg अस्ति, 10 m s^{-1} इत्यस्य वेगेन कस्याञ्चित् ऋजुरेखायां चलत् विरामावस्थायां स्थापयन्तु 5 kg द्रव्यमानस्य कस्यचित् काष्ठस्य खण्डेन घटितं भवति। तदनन्तरं तत् द्वयम् अपि सार्धम् एव तस्याम् एव ऋजुरेखायां गतिं करोति। संघट्टात् पूर्वं तथा च संघट्टात् परं सम्पूर्णसंवेगानां गणनां कुर्वन्तु। परस्परं संयुक्तस्य संयोजनवेगस्य अपि गणनां कुर्वन्तु।
16. 100 kg द्रव्यमानस्य कस्यचित् वस्तुनः वेगः समानत्वरणेन चलन् 6 s मध्ये 5 m s^{-1} तः 8 m s^{-1} भवति। वस्तुनः पूर्वं तथा च परं संवेगानां गणनां कुर्वन्तु। तस्य बलस्य परिमाणगणनां कुर्वन्तु यत् तस्य उपरि आरोपितम् अस्ति।
17. अख्तरः किरणः राहुलः च कस्मिंश्चित् राजमार्गे अतीव तीव्रगत्या चलति कारयाने उपविष्टाः सन्ति, अकस्मात् उड्डयमानः कश्चित् कीटः यानस्य अग्रतः काचेन घटितः भवति तथा च काचेन संलग्नः भवति। अख्तरः किरणः च एतस्यां स्थितौ विवादं कुरुतः। किरणः चिन्तयति यत् कीटस्य संवेगपरिवर्तनस्य परिमाणं कारयानस्य वेगपरिवर्तनस्य परिमाणस्य अपेक्षया बहु अधिकम् अस्ति। (यतोहि कीटस्य वेगे परिवर्तनस्य मानं कारयानस्य वेगे परिवर्तनस्य मानात् बहु अधिकम् अस्ति।) अख्तरः उक्तवान् यत् यतोहि कारयानस्य वेगः बहु अधिकः आसीत् अतः कारयानेन कीटस्य उपरि बहु अधिकं बलं प्रयुक्तं यस्य कारणेन कीटस्य मृत्युः अभवत्। राहुलः कञ्चन नूतनं तर्कं दत्तुं उक्तवान् यत् कारयाने तथा च कीटे समानं बलं प्रयुक्तं तथा च द्वयोः संवेगे समानं परिवर्तनम् अभवत्। एतेषां विचाराणाम् उपरि स्वीयप्रतिक्रियां ददतु।
18. कस्यचित् 10 kg द्रव्यमानस्य घण्टी 80 cm उन्नतात् स्थानात् कुट्टिमे पतिता। एतस्याम् अवस्थायां घण्टीद्वारा कुट्टिमे स्थानान्तरितसंवेगस्य मानं गणयन्तु। परिकलने सरलतार्थम् अधस्तनस्य दिष्टत्वरणस्य मानं 10 m s^{-2} स्वीकुर्वन्तु।

अतिरिक्तः अभ्यासः

कस्यचित् वस्तुनः गतेः अवस्थायां दूरता समयसारणी अधोलिखिता अस्ति –

समयः(क्षणः)	दूरता (मानम्)
0	0
1	1
2	8
3	27
4	64
5	125
6	216
7	343

(a) त्वरणस्य विषये भवन्तः कं निष्कर्षं निष्कासयितुं शक्नुवन्ति? किम् एतत्

नियतम् अस्ति? वर्धते? न्यूनीभवति? अथवा शून्यम् अस्ति?

(b) भवन्तः वस्तुनः उपरि प्रयुज्यमानस्य बलस्य विषये कं निष्कर्षं निष्कासयितुं शक्नुवन्ति?

- A2. 1200 kg द्रव्यमानस्य कारयानं कस्मिंश्चित् समतले मार्गे द्वौ जनौ समानवेगेन प्रणुदतः। तत् एव कारयानं त्रयः जनाः प्रणुद्य 0.2 m s⁻² इत्यस्य त्वरणम् उत्पाद्यते। कियता बलेन प्रत्येकं जनः कारयानस्य प्रणोदनं कर्तुं शक्नुवन्ति। (चिन्तयन्तु सर्वे जनाः समानपेशीयबलेन कारयानं प्रणुदन्ति।)
- A3. 500 kg द्रव्यमानस्य केनचित् मुद्ग्रेण 50 m s⁻¹ वेगेन कस्यचित् कीलस्य उपरि प्रहारः क्रियते। कीलेन अतीव अल्पे 0.01 s समये एव अवरुध्यते। कीलेन मुद्गरस्य उपरि प्रयुक्तस्य बलस्य परिकलनं कुर्वन्तु।
- A4. कस्यचित् 1200 kg द्रव्यमानस्य कारयानं 90 km/h इत्यस्य वेगेन कस्याश्चित् समानरेखायाः अनुसारं चलति। तस्य वेगः बाह्यस्य असंतुलितबलस्य प्रयोगेण 4 s न्यूनीभूय 18 km/h भवति। त्वरणे तथा च संवेगे परिवर्तनस्य परिकलनं कुर्वन्तु। प्रयुज्यमानस्य बलस्य परिमाणस्य अपि परिकलनं कुर्वन्तु।

अध्यायः 10

गुरुत्वाकर्षणम् (Gravitation)

अष्टमे तथा च नवमे अध्याये वयं वस्तूनां गतिविषये तथा च बलं गतेः कारकत्वेन अधीतवन्तः। वयं पठितवन्तः यत् कस्यचित् वस्तुनः वेगम् अथवा गतेः दिशं परिवर्तयितुं बलस्य आवश्यकता भवति। वयं सर्वदा एव पश्यामः यत् यदा किञ्चन वस्तु उपरिष्ठात् पात्यते तदा तत् पृथिवीं प्रति एव पतति। वयं जानीमः यत् सर्वे ग्रहाः सूर्यं परितः भ्रमन्ति। चन्द्रः पृथिवीं परितः भ्रमति। एतासु सर्वासु अवस्थासु वस्तूनाम् उपरि, ग्रहाणाम् उपरि तथा च चन्द्रस्य उपरि प्रयुज्यमानं किञ्चन बलम् अवश्यं भवेत्। आइजकन्यूटनः एतत् तथ्यम् अवगतवान् आसीत् यत् एतेषां सर्वेषां कृते एकम् एव बलम् उत्तरदायि अस्ति। एतत् बलं गुरुत्वाकर्षणबलं कथ्यते।

एतस्मिन् अध्याये वयं गुरुत्वाकर्षणस्य तथा च गुरुत्वाकर्षणस्य सार्वत्रिकनियमस्य विषये अध्ययनं करिष्यामः। वयं पृथिव्यां गुरुत्वाकर्षणबलस्य प्रभावस्य अन्तर्गतवस्तूनां गतेः उपरि चर्चां करिष्यामः। वयम् अध्ययनं करिष्यामः यत् कस्यचित् वस्तुनः भारः एकस्मात् स्थानात् स्थानान्तरं प्रति कथं परिवर्तितं भवति। द्रवेषु वस्तूनां प्लवनस्य प्रतिबन्धविषये अपि वयं विचारविमर्शं करिष्यामः।

10.1 गुरुत्वाकर्षणम्

वयं जानीमः यत् चन्द्रः पृथिवीं परितः भ्रमति। किञ्चन वस्तु यदा उपरिष्ठात् क्षिप्यते तदा तत् किञ्चित् उपरि गच्छति तथा च पुनः अधः पतति। वदन्ति यत् यदा न्यूटनः कस्यचित् वृक्षस्य अधः उपविष्टः आसीत् तदा किञ्चन सेवफलं तस्य उपरि पतितम्।

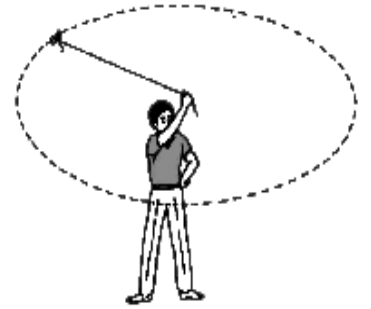
सेवफलस्य पतनक्रियया न्यूटनः चिन्तयितुं प्रेरितः। सः चिन्तितवान् यत् यदि पृथिवी सेवफलम् आत्मानं प्रति आकर्षितुं शक्नोति तर्हि किम् एतं चन्द्रम् आकर्षितुं न शक्नोति? किं द्वयोः स्थित्योः तत् एव बलं प्रयुज्यते? सः अनुमानं कृतवान् यत् द्वयोः अवस्थयोः एकविधम् एव बलम् उत्तरदायि अस्ति। सः तर्कं दत्तवान् यत् स्वीयकक्षयायाः

प्रत्येकं बिन्दोः उपरि चन्द्रः कस्मिंश्चित् सरलरेखीयमार्गे गतिं न करोति अपितु पृथिवीं प्रति पतन् भवति। अतः सः अवश्यम् एव पृथिवीद्वारा आकर्षितः भवति। किन्तु वयं वस्तुतः चन्द्रं पृथिवीं प्रति पतन्तं न पश्यामः।

आगच्छन्तु चन्द्रस्य गतिम् अवगन्तुं 8.11 क्रियाकलापे पुनः विचारं कुर्मः।

क्रियाकलापः 10.1

- सूत्रस्य कञ्चन खण्डं स्वीकुर्वन्तु। एतस्य एकस्मिन् शीर्षे कञ्चन लघुपाषाणं बध्नन्तु।
- सूत्रस्य द्वितीयं शीर्षं गृह्णन्तु तथा च पाषाणं वृत्ताकारे मार्गे भ्रामयन्तु यथा 10.1 चित्रे प्रदर्शितम् अस्ति।

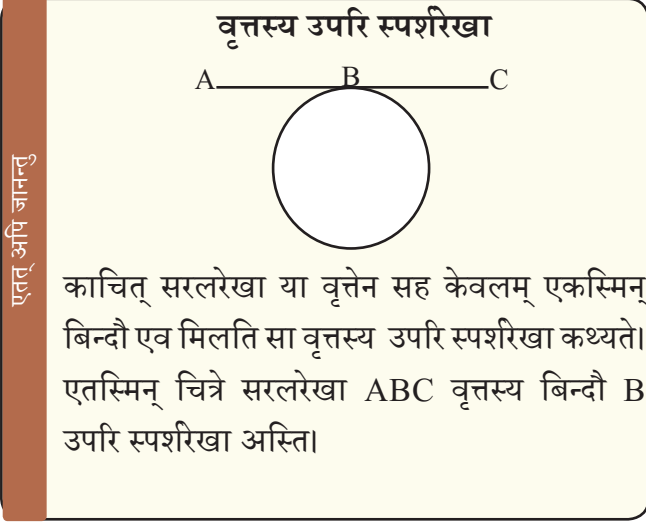


चित्रम् 10.1: पाषाणद्वारा नियतपरिमाणस्य वेगेन वृत्ताकारे मार्गे गतिः

- पाषाणस्य गतेः दिशं पश्यन्तु।
- इदानीं सूत्रं त्यजन्तु।
- पुनः पाषाणस्य गतेः दिशं पश्यन्तु।

सूत्रस्य त्यागात् पूर्वं पाषाणः निश्चितवेगेन वृत्ताकारे मार्गे गतिं करोति तथा च प्रत्येकं बिन्दोः उपरि तस्य गतेः दिक् परिवर्तते। दिशः परिवर्तने वेगपरिवर्तनम् अथवा त्वरणं सम्मिलितम् अस्ति। यस्य बलस्य कारणेन एतत् त्वरणं भवति तथा च यत् वस्तु वृत्ताकार-मार्गे गतिशीलं स्थापयति तत् बलं केन्द्रं प्रति प्रयुज्यते। एतत् बलम् अभिकेन्द्रं बलं कथ्यते। एतस्य बलस्य अनुपस्थितौ पाषाणः कस्याञ्चित्

सरलरेखायां मुक्तरूपेण गतिशीलः भवति। एषा सरलरेखा वृत्तीयमार्गे स्पर्शरेखा भविष्यति।



पृथिवीं परितः चन्द्रस्य गतिः अभिकेन्द्रबलस्य कारणेन अस्ति। अभिकेन्द्रबलं पृथिव्याः आकर्षणबलस्य कारणेन उपलभ्यते। यदि एतादृशं बलं न स्यात् तर्हि चन्द्रः एकसमानगत्या सरलरेखीयमार्गे चलन् भविष्यति।

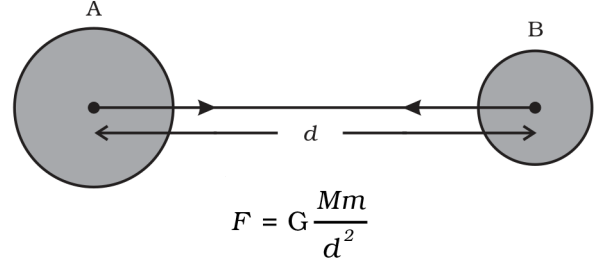
एतत् दृष्टम् अस्ति यत् पतत् सेवफलं पृथिवीं प्रति आकर्षितं भवति। किं सेवफलम् अपि पृथिवीम् आकर्षति? यदि एवम् अस्ति तर्हि वयं पृथिवीं सेवफलं प्रति गतिं कुर्वतीं किमर्थं द्रष्टुं न शक्नुमः?

गतेः तृतीयस्य नियमस्य अनुसारं सेवफलम् अपि पृथिवीम् आकर्षति। किन्तु गतेः द्वितीयनियमस्य अनुसारं कस्यचित् दत्तस्य बलस्य कृते त्वरणं वस्तुनः द्रव्यमानस्य व्युत्क्रमानुपाति भवति [समीकरणम् (9.4)]। पृथिव्याः अपेक्षया सेवफलस्य द्रव्यमानं नगण्यं भवति। अतः एव वयं पृथिवीं सेवफलं प्रति गतिं कुर्वतीं न पश्यामः। एतस्य एव तर्कस्य विस्तारम् एतत् ज्ञातुं कुर्वन्तु यत् पृथिवी चन्द्रं प्रति गतिं किमर्थं न करोति।

अस्माकं सौरपरिवारे सर्वे ग्रहाः सूर्यस्य परिक्रमां कुर्वन्ति। पूर्वतनम् इव तर्कं कृत्वा वयं वक्तुं शक्नुमः यत् सूर्यस्य तथा च ग्रहाणां मध्ये किञ्चन बलं विद्यमानम् अस्ति। उपर्युक्तानां तथ्यानाम् आधारेण न्यूटनः निष्कर्षं निष्कासितवान् यत् केवलं पृथिवी एव सेवफलं तथा च चन्द्रं न आकर्षति अपितु विश्वस्य सर्वाणि अपि पिण्डानि परस्परम् आकर्षणं कुर्वन्ति। वस्तूनां मध्ये एतत् आकर्षणबलं गुरुत्वाकर्षणबलं कथ्यते।

10.1.1 गुरुत्वाकर्षणस्य सार्वत्रिकः नियमः

विश्वस्य प्रत्येकं पिण्डं पिण्डान्तरं केनचित् बलेन आकर्षति, यत् द्वयोः पिण्डयोः द्रव्यमानानां गुणनफलस्य समानुपाति तथा च तस्य माध्यमिकदूरतायाः वर्गस्य व्युत्क्रमानुपाति भवति। एतत् बलं द्वयोः पिण्डयोः मेलकरेखायाः दिशि प्रयुक्तं भवति।



चित्रम् 10.2 कयोश्चित् द्वयोः एकसमानपिण्डयोः मध्ये गुरुत्वाकर्षणबलं तस्य केन्द्राणां मेलकरेखायाः दिशि निर्देशितं भवति।



आइजकन्यूटनः
1642-1727

आइजकन्यूटनस्य जन्म इंग्लैण्डदेशे ग्रैथमनगरस्य निकटे वूल्सथोर्पेग्रामे अभवत्। विज्ञानस्य इतिहासे सः प्रायः सर्वाधिकः मौलिकः, प्रभावशाली तथा च सिद्धान्तवादिरूपेण ज्ञायते। सः कस्मिंश्चित् निर्धने कुटुम्बे जातः आसीत्। किन्तु सः कृषिकार्ये कुशलः न आसीत्। 1661 तमे वर्षे

शिक्षाग्रहणार्थं सः केंब्रिजविश्वविद्यालयं प्रेषितः। 1665 तमे वर्षे केंब्रिजे प्लेगः प्रसृतः तथा च न्यूटनः एकवर्षस्य अवकाशं प्राप्तवान्। एवं कथ्यते यत् एतस्मिन् एव वर्षे तस्य उपरि सेवफलस्य पतनस्य घटना घटिता आसीत्। एतया घटनया न्यूटनः चन्द्रं तस्य कक्ष्यायां संरक्षितबलस्य तथा च गुरुत्वबलस्य मध्ये सम्बन्धस्य सम्भावनायाः अन्वेषणे प्रेरितः। एतेन सः गुरुत्वाकर्षणस्य सार्वत्रिकं नियमम् अन्विष्टवान्। विशिष्टं तु एतत् यत् एतस्मात् पूर्वम् अपि बहवः महान्तः वैज्ञानिकाः गुरुत्वस्य विषये जानन्ति स्म किन्तु ते तस्य महत्त्वस्य अवगमने असफलाः अभवन्।

न्यूटनः गतेः सुप्रसिद्धानां नियमानां प्रतिपादनं कृतवान्। सः प्रकाशस्य तथा च रङ्गानां सिद्धान्तस्य विषये कार्यं कृतवान्। सः खगोलीयप्रेक्षकाणां कृते खगोलीयदूरदर्शकस्य रचनां कृतवान्। न्यूटनः महान् गणितज्ञः अपि आसीत्। सः गणितस्य कस्याश्चित् नूतनशाखायाः अन्वेषणं कृतवान् या कलनं कथ्यते। एतस्य उपयोगं सः एतत् सिद्धं कर्तुं कृतवान् यत् कस्माच्चित् एकसमानघनत्वमयगोलात् बहिः स्थितानां वस्तूनां कृते गोलस्य व्यवहारः एवं प्रकारेण भवति यथा तस्य सम्पूर्णं द्रव्यमानं तस्य केन्द्रे स्थितं स्यात्। न्यूटनः स्वीयगतेः त्रिभिः नियमैः तथा च गुरुत्वाकर्षणस्य सार्वत्रिकनियमेन भौतिकीयविज्ञानस्य स्वरूपं परिवर्तितवान्। सप्तदशशताब्दस्य प्रमुखवैज्ञानिकक्रान्तिरूपेण न्यूटनः कॉपरनिकसस्य, केप्लरस्य, गैलिलियोमहोदयस्य तथा च अन्येषां योगदानं स्वकार्येण सह कस्यचित् नूतनस्य शक्तिशालिसंश्लेषणस्य रूपे सम्मिश्रणं कृतवान्।

एषा काचित् विशिष्टा वार्ता अस्ति यत् तावत् समयपर्यन्तं गुरुत्वीयसिद्धान्तस्य सत्यापनं न जातम् आसीत् यद्यपि तस्य सत्यताविषये कापि शङ्का न आसीत्। एतस्य कारणम् आसीत् यत् न्यूटनस्य सिद्धान्तः सुदृढवैज्ञानिकतर्केषु आधारितः आसीत् तथा च गणितेन तस्य पुष्टिः अपि कृता आसीत्। एतेन एषः सिद्धान्तः सरलः तथा च परिष्कृतः जातः। एताः विशेषताः अद्य अपि कस्यचित् उत्तमस्य वैज्ञानिकसिद्धान्तस्य कृते अपेक्षिताः सन्ति।

न्यूटनः व्युत्क्रमवर्गनियमस्य

अनुमानं कथं कृतवान्?

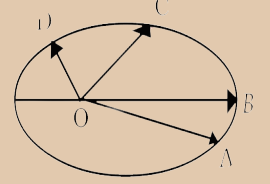
ग्रहाणां गतेः अध्ययने अस्माकं बहोः कालात् एव गभीररुचिः अस्ति। षोडशशताब्दं यावत् बहवः खगोलशास्त्रिणः ग्रहाणां गत्या सह सम्बद्धाः संसूचनाः एकत्र कृतवन्तः आसन्। जोहान्स केप्लरः एतासां संसूचनानाम् आधारेण त्रयाणां नियमानां व्युत्पत्तिं कृतवान्। एते नियमाः केप्लरनियमनाम्ना ज्ञायन्ते। एते नियमाः एवं प्रकारेण सन्ति –

1. प्रत्येकं ग्रहस्य कक्ष्या काचित् दीर्घवृत्ता भवति तथा च सूर्यः एतस्याः दीर्घवृत्तायाः केन्द्रबिन्दौ भवति यथा अधोलिखिते चित्रे प्रदर्शितम् अस्ति।

एतस्मिन् चित्रे सूर्यस्य स्थितिः O द्वारा प्रदर्शिता अस्ति।

2. सूर्यस्य तथा च ग्रहाणां मेलकरेखा समानसमये समानक्षेत्रफलं पर्यटति। एवं प्रकारेण यदि A तः B पर्यन्तं गतिकरणे प्रयुक्तः समयः C तः D पर्यन्तं गतिकरणे प्रयुक्तस्य समयस्य समानः स्यात् तर्हि OAB क्षेत्रफलं तथा च OCD क्षेत्रफलं समानं भविष्यति।
3. सूर्यात् कस्यचित् ग्रहस्य सामान्यदूरतायाः (r) घनं तस्य ग्रहस्य सूर्यं परितः परिक्रमणकालस्य T वर्गस्य अनुक्रमानुपाति भवति।
अथवा $r^3/T^2 = \text{स्थिराङ्कः}$ ।

एतत् ज्ञानं महत्त्वपूर्णम् आसीत् यत् ग्रहाणां गतेः व्याख्याकरणार्थं केप्लरः कमपि सिद्धान्तं प्रस्तोतुं न शक्तवान्।



न्यूटनः अपि एतत् दर्शितवान् यत् ग्रहाणां गतेः कारणं गुरुत्वाकर्षणस्य तत् बलम् अस्ति यस्य सूर्यः तेषाम् उपरि प्रयोगं करोति। न्यूटनः केप्लरस्य तृतीयस्य नियमस्य उपयोगं गुरुत्वाकर्षणबलस्य परिकलनकरणे कृतवान्। गुरुत्वाकर्षणबलं दूरतया सह न्यूनीभवति। कश्चन सरलः तर्कः एवं प्रकारेण अस्ति। वयं कल्पनां कर्तुं शक्नुमः यत् ग्रहाणां कक्ष्याः वृत्ताकाराः भवन्ति। चिन्तयन्तु कक्षीयवेगः v तथा च ग्रहस्य कक्ष्यायाः त्रिज्या r अस्ति। तदा परिक्रमां कुर्वतां ग्रहाणाम् उपरि प्रयुज्यमानं बलं $F \propto v^2/r$ यदि परिक्रमणकालः T अस्ति तर्हि $v = 2\pi r/T$, अर्थात् $v^2 \propto (1/r) \times (r^3/T^2)$ यतोहि r^3/T^2 केप्लरस्य तृतीयस्य नियमस्य अनुसारं कश्चित् स्थिराङ्कः अस्ति। अतः $v^2 \propto (1/r)$ एतत् $F \propto v^2/r$ इत्यनेन सह संयोजनानन्तरं वयं प्राप्नुमः यत् $F \propto 1/r^2$ ।

चिन्तयन्तु M तथा च m द्रव्यमानस्य पिण्डद्वयम् A तथा च B परस्परं d दूरतायां स्थितम् अस्ति (10.2 चित्रे)। चिन्तयन्तु द्वयोः पिण्डयोः मध्ये आकर्षणबलं F अस्ति। गुरुत्वाकर्षणस्य सार्वत्रिकस्य नियमस्य अनुसारं द्वयोः पिण्डयोः मध्ये प्रयुज्यमानं बलं तेषां द्रव्यमानानां गुणनफलस्य

अनुक्रमानुपाति अस्ति। अर्थात्

$$F \propto M \times m \quad (10.1)$$

तथा च द्वयोः पिण्डयोः मध्ये प्रयुज्यमानं बलं तेषां माध्यमिकदूरतायाः वर्गस्य व्युत्क्रमानुपाति अस्ति, अर्थात्

$$F \propto \frac{1}{d^2} \quad (10.2)$$

(10.1) तथा च (10.2) समीकरणात् वयं प्राप्नुमः

$$F \propto \frac{M \times m}{d^2} \quad (10.3)$$

$$\text{अथवा } F = G \frac{M \times m}{d^2} \quad (10.4)$$

यत्र G कश्चित् आनुपातिकतास्थिराङ्कः अस्ति तथा च एषः सार्वत्रिकः गुरुत्वीयस्थिराङ्कः कथ्यते।

वज्रगुणनकरणेन (10.4) समीकरणात् प्राप्तं भविष्यति

$$F \times d^2 = G M \times m$$

$$\text{अथवा } G = \frac{F d^2}{M \times m} \quad (10.5)$$

(10.5) समीकरणे बलं, दूरतायाः तथा च द्रव्यमानस्य मात्रक-प्रतिष्ठापने वयं G इत्यस्य SI मात्रकं प्राप्स्यामः यत् च $N m^2 kg^{-2}$ अस्ति।

हैनरीकैवेंडिसः (1731–1810) कस्याश्चित् सुग्राहितुलायाः उपयोगं कृत्वा G इत्यस्य मानं ज्ञातवान्। G इत्यस्य वर्तमानं मान्यं मानं $6.673 \times 10^{-11} N m^2 kg^{-2}$ अस्ति।

वयं जानीमः यत् कयोश्चित् अपि द्वयोः वस्तुनोः मध्ये आकर्षणबलं विद्यमानं भवति। भवन्तः स्वस्य तथा च समीपे उपविष्टस्य मित्रस्य मध्ये प्रयुज्यमानस्य एतस्य बलस्य मानस्य अभिकलनं कुर्वन्तु। निष्कर्षं निष्कासयन्तु यत् भवन्तः एतस्य बलस्य अनुभवं किमर्थं न कुर्वन्ति?

एषः नियमः सार्वत्रिकः एतेन अभिप्रायेण अस्ति यत् एषः सर्वेषाम् अपि वस्तूनाम् उपरि प्रसक्तः भवति, तानि वस्तूनि दीर्घाणि भवन्तु अथवा लघूनि, तथा च खगोलीयानि भवन्तु अथवा पार्थिवानि।

व्युत्क्रमवर्गः

F , d इत्यस्य वर्गस्य व्युत्क्रमानुपाती अस्ति एतस्य कथनस्य आशयः अस्ति यत् यदि d षड्गुणितं क्रियते तर्हि F इत्यस्य मानं षट्त्रिंशः भागः अवशिष्टः भविष्यति।

उदाहरणम् 10.1 पृथिव्याः द्रव्यमानं $6 \times 10^{24} kg$

अस्ति तथा च चन्द्रस्य द्रव्यमानं $7.4 \times 10^{22} kg$ अस्ति। यदि पृथिव्याः तथा च चन्द्रस्य मध्ये दूरता $3.84 \times 10^5 km$ अस्ति तर्हि पृथिवीद्वारा चन्द्रस्य उपरि प्रयुक्तस्य बलस्य परिकलनं कुर्वन्तु।

$$G = 6.7 \times 10^{-11} N m^2 kg^{-2}$$

समाधानम् पृथिव्याः द्रव्यमानं, $M = 6 \times 10^{24} kg$

चन्द्रस्य द्रव्यमानं, $m = 7.4 \times 10^{22} kg$

पृथिव्याः तथा च चन्द्रस्य माध्यमिकदूरता,

$$d = 3.84 \times 10^5 km$$

$$= 3.84 \times 10^5 \times 1000 m$$

$$= 3.84 \times 10^8 m$$

$$G = 6.7 \times 10^{-11} N m^2 kg^{-2}$$

(10.4) समीकरणात्, पृथिवीद्वारा चन्द्रस्य उपरि प्रयुक्तं बलम्,

$$F = G \frac{M \times m}{d^2}$$

$$= \frac{(6.7 \times 10^{-11} N m^2 kg^{-2} \times 6 \times 10^{24} kg \times 7.4 \times 10^{22} kg)}{(3.84 \times 10^8 m)^2}$$

$$= 2.01 \times 10^{20} N.$$

अतः पृथिवीद्वारा चन्द्रस्य उपरि प्रयुक्तं बलं

$$2.01 \times 10^{20} N \text{ अस्ति।}$$

प्रश्नः

1. गुरुत्वाकर्षणस्य सार्वत्रिकं नियमं लिखन्तु।
2. पृथिव्याः तथा च तत्र स्थापितस्य कस्यचित् वस्तुनः मध्ये प्रयुज्यमानस्य गुरुत्वाकर्षणबलस्य परिमाणं ज्ञातुं सूत्रं लिखन्तु।

10.1.2 गुरुत्वाकर्षणस्य सार्वत्रिकनियमस्य महत्त्वम्

गुरुत्वाकर्षणस्य सार्वत्रिकः नियमः बहुविधानां परिघटनानां सफलतापूर्वकव्याख्यां करोति या च असम्बद्धा मन्यते स्म।

- (i) अस्माकं पृथिव्या सह बन्धनकारि स्थापकं बलम्।
- (ii) पृथिवीं परितः चन्द्रस्य गतिः।
- (iii) सूर्यं परितः ग्रहाणां गतिः तथा च
- iv) चन्द्रस्य तथा च सूर्यस्य कारणेन समुद्रवेला ।

10.2 मुक्तपतनम्

मुक्तपतनस्य अर्थं ज्ञातुम् आगच्छन्तु कञ्चन क्रियाकलापं कुर्मः।

क्रियाकलापः----- 10.2

- कञ्चन पाषाणं स्वीकुर्वन्तु।
- एतम् उपरि क्षिपन्तु।
- एषः निश्चित-उन्नतिपर्यन्तं प्राप्नोति तथा च ततः परं ततः पतनम् आरभते।

वयं जानीमः यत् पृथिवी वस्तूनि आत्मानं प्रति आकर्षति। पृथिव्याः एतत् आकर्षणबलं गुरुत्वाकर्षणबलं कथ्यते। अतः यदा वस्तूनि पृथिवीं प्रति केवलम् एतस्य एव बलस्य कारणेन पतन्ति, वयं वदामः यत् वस्तूनि मुक्तपतने सन्ति। किं पततां वस्तूनां गतेः दिशि किमपि परिवर्तनं भवति? पतनसमये वस्तूनां दिशि किमपि परिवर्तनं न भवति। किन्तु पृथिव्याः आकर्षणस्य कारणेन वेगस्य परिमाणे परिवर्तनं भवति। वेगे किमपि परिवर्तनं त्वरणम् उत्पादयति। यदा कदापि किञ्चन वस्तु पृथिवीं प्रति पतति, त्वरणं कार्यं करोति। एतत् त्वरणं पृथिव्याः गुरुत्वीयबलस्य कारणेन त्वरणम् अथवा गुरुत्वीयत्वरणं कथ्यते। एतत् G द्वारा निर्दिष्टं भवति। G इत्यस्य मात्रकं तत् एव अस्ति यत् त्वरणस्य अस्ति। अर्थात् $m s^{-2}$ ।

गतेः द्वितीयनियमतः अस्माभिः ज्ञायते यत् बलं द्रव्यमानस्य तथा च त्वरणस्य गुणनफलम् अस्ति। चिन्तयन्तु 10.2 क्रियाकलापे पाषाणस्य द्रव्यमानं m अस्ति। वयं पूर्वतः एव जानीमः यत् मुक्तरूपेण पतत्सु वस्तुषु गुरुत्वीयबलस्य कारणेन त्वरणं प्रयुक्तं भवति तथा च एतत् G द्वारा निर्दिष्टं कुर्मः। अतः गुरुत्वीयबलस्य परिमाणं F , द्रव्यमानस्य तथा च गुरुत्वीयत्वरणस्य गुणनफलस्य समानं भविष्यति, अर्थात्

$$F = m g \quad (10.6)$$

(10.4) तथा च (10.6) समीकरणात् वयं प्राप्नुमः

$$m g = \frac{M \times m}{d^2}$$

$$\text{अथवा } g = G \frac{M}{d^2} \quad (10.7)$$

यत्र M पृथिव्याः द्रव्यमानम् अस्ति तथा च d वस्तुनः तथा च पृथिव्याः माध्यमिकदूरता अस्ति।

चिन्तयन्तु किञ्चन वस्तु पृथिव्याः उपरि अथवा

एतस्याः पृष्ठस्य पार्श्वे अस्ति। (10.7) समीकरणे दूरता d , पृथिव्याः त्रिज्या R इत्यस्य समानं भविष्यति। एवं प्रकारेण पृथिव्याः पृष्ठस्य उपरि एतस्याः समीपे स्थापितानां वस्तूनां कृते

$$m g = G \frac{M \times m}{R^2} \quad (10.8)$$

$$g = G \frac{M}{R^2} \quad (10.9)$$

पृथिवी कश्चित् पूर्णः गोलः नास्ति। पृथिव्याः त्रिज्या ध्रुवेभ्यः विषुवतवृत्तस्य अपेक्षया अधिका भवति। प्रायशः गणनायाः कृते पृथिव्याः पृष्ठतः अथवा एतस्याः पार्श्वे g इत्यस्य मानं प्रायः स्थिरम् इति चिन्तयितुं शक्नुमः किन्तु पृथिव्याः दूरस्थवस्तूनां कृते पृथिव्याः गुरुत्वीयबलस्य कारणेन त्वरणसमीकरणात् (10.7) ज्ञातुं शक्यते।

10.2.1 गुरुत्वीयत्वरणस्य g इत्यस्य मानस्य परिकलनम्

गुरुत्वीयत्वरणस्य g इत्यस्य मानस्य परिकलनकरणार्थम् अस्माभिः (10.9) समीकरणे G , M तथा च R इत्यादीनां मानं स्थापनीयं भविष्यति। यथा – सार्वत्रिकः गुरुत्वीयः नियताङ्कः, $G = 6.7 \times 10^{-11} N m^2 kg^{-2}$, पृथिव्याः द्रव्यमानम्, $M = 6 \times 10^{24} kg$, तथा च पृथिव्याः त्रिज्या, $R = 6.4 \times 10^6 m$

$$\begin{aligned} g &= G \frac{M}{R^2} \\ &= \frac{6.7 \times 10^{-11} N m^2 kg^{-2} \times 6 \times 10^{24} kg}{(6.4 \times 10^6 m)^2} \\ &= 9.8 m s^{-2} \end{aligned}$$

अतः पृथिव्याः गुरुत्वीयत्वरणस्य मानम् $g = 9.8 m s^{-2}$

10.2.2 पृथिव्याः गुरुत्वीयबलस्य प्रभावे वस्तूनां गतिः

एतस्य अवगमनार्थं यत् किं सर्वाणि वस्तूनि रिक्तानि अथवा सघनानि, दीर्घाणि अथवा लघूनि, कस्माच्चित् उन्नतस्थानात् समानवेगेन पतिष्यन्ति, आगच्छन्तु कञ्चन क्रियाकलापं कुर्मः।

क्रियाकलापः----- 10.3

- कर्गदस्य किञ्चन पत्रं तथा च कञ्चन पाषाणं स्वीकुर्वन्तु।
- द्वयम् अपि कस्यचित् भवनस्य प्रथमतलात्

एकसार्धं पातयन्तु। पश्यन्तु, किम् उभयम् अपि युगपत् एव पृथिवीं प्राप्नोति?

वयं पश्यामः यत् कर्गदं पृथिव्यां पाषाणस्य अपेक्षया किञ्चित् विलम्बेन प्राप्नोति। एवं वायोः प्रतिरोधस्य कारणेन भवति। पततां गतिशीलवस्तूनाम् उपरि घर्षणस्य कारणेन वायुः प्रतिरोधं स्थापयति। कर्गदस्य उपरि प्रयुज्यमानस्य वायोः प्रतिरोधः पाषाणस्य उपरि प्रयुज्यमानस्य वायोः प्रतिरोधस्य अपेक्षया अधिकः भवति। एतं प्रयोगं यदि वयं काचस्य करण्डके कुर्मः यस्मात् वायुः निष्कासितः अस्ति तर्हि कर्गदः तथा च पाषाणः एकेन एव परिमाणेन अधः पतिष्यतः।

वयं जानीमः यत् मुक्तपतने वस्तु त्वरणस्य अनुभवं करोति। (10.9) समीकरणात्, वस्तुद्वारा अनुभूयमानम् एतत् त्वरणम् एतस्य द्रव्यमानस्य उपरि निर्भरं न करोति। अर्थात् सर्वाणि वस्तूनि रिक्तानि अथवा सघनानि, दीर्घाणि अथवा लघूनि, एकेन एव परिमाणेन अधः पतेयुः। कस्याश्चित् कथायाः अनुसारम् – एतस्य विचारस्य पुष्टिनिमित्तं गैलीलियो इटलीदेशे पीसायाः अवनतात् अट्टात् विभिन्नानि वस्तूनि पातितवान्।

यतोहि पृथिव्याः समीपे g इत्यस्य मानं स्थिरम् अस्ति अतः एकसमानत्वरितगतेः सर्वाणि समीकरणानि a त्वरणस्य स्थाने g स्थापनानन्तरम् अपि मान्यानि भविष्यन्ति (8.5 अनुभागं पश्यन्तु)। एतानि समीकरणानि सन्ति।

$$v = u + at \quad (10.10)$$

$$s = ut + \frac{1}{2} at^2 \quad (10.11)$$

$$v^2 = u^2 + 2as \quad (10.12)$$

अत्र u तथा च v क्रमशः प्रारम्भिकः तथा च अन्तिमः वेगः तथा च s वस्तुद्वारा t समये पर्यटिता दूरता अस्ति।

एतेषां समीकरणानाम् उपयोगसमये यदि त्वरणं (a) वेगस्य दिशि अर्थात् गतेः दिशि उपयुज्यमानः स्यात् तर्हि वयम् एतत् धनात्मकं स्वीकुर्मः। त्वरणं (a) ऋणात्मकं स्वीकुर्मः यदा एतत् गतेः दिशः विपरीतम् उपयुक्तं भवति।

उदाहरणम् 10.2 किञ्चन कारयानं कस्माच्चित् तटात् पतित्वा 0.5 s मध्ये धरातले आपतति। परिकलने

सरलतार्थं g इत्यस्य मानं 10 m s^{-2} स्वीकुर्वन्तु।

(i) धरातले घट्टनसमये कारयानस्य गतिः का भविष्यति?

(ii) 0.5 s समये एतस्य सामान्यगतिः का भविष्यति?

(iii) धरातलस्य तटः कियत् उपरि अस्ति?

समाधानम्

समयः, $t = 0.5 \text{ s}$

प्रारम्भिकः वेगः, $u = 0 \text{ m s}^{-1}$

गुरुत्वीयत्वरणम्, $g = 10 \text{ m s}^{-2}$

कारयानस्य त्वरणम्, $a = + 10 \text{ m s}^{-2}$ (अधोमुखी)

(i) गतिः $v = a t$

$$v = 10 \text{ m s}^{-2} \times 0.5 \text{ s} \\ = 5 \text{ m s}^{-1}$$

सामान्यगतिः $= \frac{u + v}{2}$

$$= (0 \text{ m s}^{-1} + 5 \text{ m s}^{-1})/2$$

$$= 2.5 \text{ m s}^{-1}$$

पर्यटिता दूरता $s = \frac{1}{2} a t^2$

$$= \frac{1}{2} \times 10 \text{ m s}^{-2} \times (0.5 \text{ s})^2 \\ = \frac{1}{2} \times 10 \text{ m s}^{-2} \times 0.5 \text{ s}^2 \\ = 1.25 \text{ m}$$

अतः

(i) धरातलेन सह घट्टनसमये एतस्य गतिः

$$= 5 \text{ m s}^{-1}$$

(ii) 0.5 s समये एतस्य सामान्यगतिः

$$= 2.5 \text{ m s}^{-1}$$

(iii) धरातलात् तटस्य उन्नतिः

$$= 1.25 \text{ m}$$

उदाहरणम् 10.3 किञ्चन वस्तु ऊर्ध्वदिशि उपरि क्षिप्यते तथा च तत् वस्तु 10 m उपरि पर्यन्तं प्राप्नोति। परिकलनं कुर्वन्तु।

वस्तु कियता वेगेन उपरि गतं तथा च

वस्तुद्वारा उच्चतमबिन्दुपर्यन्तं प्राप्तौ स्वीकृतः समयः।

समाधानम्

पर्यटिता दूरता, $s = 10 \text{ m}$

अन्तिमः वेगः, $v = 0 \text{ m s}^{-1}$

गुरुत्वीयत्वरणम्, $g = 9.8 \text{ m s}^{-2}$

वस्तुनः त्वरणम्, $a = -9.8 \text{ m s}^{-2}$ (ऊर्ध्वमुखी)

$$(i) V^2 = u^2 + 2as$$

$$0 = u^2 + 2 \times (-9.8 \text{ m s}^{-2}) \times 10 \text{ m}$$

$$-u^2 = -2 \times 9.8 \times 10 \text{ m}^2 \text{ s}^{-2}$$

$$u = \sqrt{196 \text{ m}^2 \text{ s}^{-2}}$$

$$(ii) u = 14 \text{ m s}^{-1}$$

$$v = u + at$$

$$0 = 14 \text{ m s}^{-1} - 9.8 \text{ m s}^{-2} \times t$$

$$t = 1.43 \text{ s.}$$

अतः

(i) प्रारम्भिकः वेगः $u = 14 \text{ m s}^{-1}$ तथा च

(ii) स्वीकृतः समयः $t = 1.43 \text{ s}$

प्रश्नः

1. मुक्तपतनस्य तात्पर्यं किम् अस्ति?

2. गुरुत्वीयत्वरणस्य तात्पर्यं किम् अस्ति?

10.3 द्रव्यमानम्

वयं गत-अध्याये पठितवन्तः यत् कस्यचित् वस्तुनः द्रव्यमानं तस्य जडत्वस्य मापकं भवति (9.3 अनुभागः)। वयम् एतत् अपि पठितवन्तः यत् यावत् अधिकं वस्तुनः द्रव्यमानं भविष्यति तावत् एव अधिकं तस्य जडत्वम् अपि भविष्यति। कस्यचित् वस्तुनः द्रव्यमानं तावत् एव भवति तत् वस्तु पृथिव्यां भवतु अथवा चन्द्रे अथवा बाह्य-अन्तरिक्षे। एवं प्रकारेण वस्तुनः द्रव्यमानं स्थिरं भवति तथा च एकस्मात् स्थानात् द्वितीये स्थाने न परिवर्तते।

10.4 भारः

वयं जानीमः यत् पृथिवी प्रत्येकं वस्तु निश्चितबलेन आकर्षति तथा च एतत् बलं वस्तुनः द्रव्यमानस्य (m) तथा च पृथिव्याः गुरुत्वीयबलस्य कारणेन त्वरणस्य (a) उपरि निर्भरम् अस्ति। कस्यचित् वस्तुनः भारः तादृशं बलम् अस्ति येन एतत् पृथिवीं प्रति

आकर्षितं भवति। वयं जानीमः यत्

$$F = m \times a \quad (10.13)$$

अर्थात्

$$F = m \times g \quad (10.14)$$

वस्तुनः उपरि पृथिव्याः आकर्षणबलं वस्तुनः भारः कथ्यते। एतत् w द्वारा निर्दिश्यते। एतत् (10.14) समीकरणे प्रतिष्ठापितकरणे

$$w = m \times g \quad (10.15)$$

यतोहि वस्तुनः भारः किञ्चन बलम् अस्ति येन एतत् पृथिवीं प्रति आकर्षितं भवति, भारस्य SI मात्रकं तत् एव अस्ति यत् बलस्य अस्ति, अर्थात् न्यूटनः (N)। भारः किञ्चन बलम् अस्ति यत् ऊर्ध्वदिशि प्रयुज्यते, अतः एतस्मिन् परिमाणं तथा च दिक् उभयम् अपि भवति।

वयं जानीमः यत् कस्मिंश्चित् दत्ते स्थाने g इत्यस्य मानं स्थिरं भवति। अतः कस्मिंश्चित् दत्ते स्थाने, वस्तुनः भारः वस्तुनः द्रव्यमानस्य m इत्यस्य समानुपाती भवति। अर्थात् $w \propto m$ । एतत् एव कारणम् अस्ति यत् कस्मिंश्चित् दत्ते स्थाने वयं वस्तुनः भारं तस्य द्रव्यमानस्य मापस्य रूपेण उपयोगं कर्तुं शक्नुमः। कस्यचित् वस्तुनः द्रव्यमानं प्रत्येकं स्थाने, तत् पृथिव्याम् अथवा अन्यस्मिन् कस्मिंश्चित् ग्रहे भवति तत् तावत् एव भवति किन्तु वस्तुनः भारः एतस्य स्थानस्य उपरि निर्भरं करोति।

10.4.1 कस्यचित् वस्तुनः चन्द्रस्य उपरि भारः

वयं पठितवन्तः यत् पृथिव्यां कस्यचित् वस्तुनः भारः सः एव अस्ति येन पृथिवी तत् वस्तु आत्मानं प्रति आकर्षति। एतेन एव प्रकारेण चन्द्रे कस्यचित् वस्तुनः भारः सः एव अस्ति येन चन्द्रः तत् वस्तु आत्मानं प्रति आकर्षति। चन्द्रस्य द्रव्यमानं पृथिव्याः अपेक्षया न्यूनम् अस्ति। एतेन कारणेन चन्द्रः वस्तूनाम् उपरि न्यूनस्य आकर्षणस्य प्रयोगं करोति।

चिन्तयन्तु कस्यचित् वस्तुनः द्रव्यमानं m अस्ति तथा च चन्द्रस्य उपरि एतस्य

भारः W_m अस्ति। चिन्तयन्तु चन्द्रस्य द्रव्यमानं M_m अस्ति तथा च एतस्य त्रिज्या R_m अस्ति।

गुरुत्वाकर्षणस्य सार्वत्रिकनियमस्य स्थापनेन चन्द्रे वस्तुनः भारः भविष्यति

$$W_m = G \frac{M_m \times m}{R_m^2} \quad (10.16)$$

चिन्तयन्तु तस्य एव वस्तुनः पृथिव्यां भारः W_e अस्ति। पृथिव्याः द्रव्यमानं M तथा च एतस्य त्रिज्या R अस्ति।

सारणी 10.1

खगोलीय पिण्डम्	द्रव्यमानम् (kg)	त्रिज्या (m)
पृथिवी	5.98×10^{22}	6.37×10^6
चन्द्रः	7.36×10^{22}	1.74×10^6

(10.9) तथा च (10.15) समीकरणात् वयं प्राप्नुमः,

$$W_e = G \frac{M \times m}{R^2} \quad (10.17)$$

(10.16) तथा च (10.17) समीकरणे 10.1 सारणीतः उपयुक्तमानस्थापनेन

$$W_m = G \frac{7.36 \times 10^{22} \text{ kg} \times m}{(1.74 \times 10^6 \text{ m})^2}$$

$$W_m = 2.431 \times 10^{10} G \times m \quad (10.18a)$$

$$\text{तथा च } W_e = 1.474 \times 10^{11} G \times m \quad (10.18b)$$

(10.18a) समीकरणं (10.18b) समीकरणेन विभज्यते चेत् वयं प्राप्नुमः

$$\frac{W_m}{W_e} = \frac{2.431 \times 10^{10}}{(1.74 \times 10^{11})^2}$$

$$\text{अथवा } \frac{W_m}{W_e} = 0.165 = \frac{1}{6} \quad (10.19)$$

$$\frac{\text{वस्तुनः चन्द्रे भारः}}{\text{वस्तुनः पृथिव्यां भारः}} = 1/6$$

वस्तुनः चन्द्रे भारः

$$= (1/6) \times \text{एतस्य पृथिव्यां भारः}$$

उदाहरणम् 10.4 कस्यचित् वस्तुनः द्रव्यमानं 10 kg अस्ति। पृथिव्याः उपरि एतस्य भारः कियान् भविष्यति?

समाधानम्

$$\text{द्रव्यमानं } m = 10 \text{ kg}$$

$$\text{गुरुत्वीयं त्वरणम् } g = 9.8 \text{ m s}^{-2}$$

$$W = m \times g$$

$$W = 10 \text{ kg} \times 9.8 \text{ ms}^{-2} = 98 \text{ N}$$

अतः वस्तुनः भारः 98 N अस्ति।

उदाहरणम् 10.5 कस्यचित् वस्तुनः भारः पृथिव्याः पृष्ठस्य उपरि मापनेन 10 N आगच्छति। एतस्य भारः चन्द्रस्य तले मापनेन कियान् भविष्यति?

समाधानम्

अस्माभिः ज्ञातम् अस्ति

चन्द्रे वस्तुनः भारः

$$= (1/6) \times \text{पृथिव्याम् एतस्य भारः}$$

अर्थात्,

$$W_m = \frac{W_e}{6} = \frac{10}{6} \text{ N}$$

$$= 1.67 \text{ N}$$

अतः चन्द्रस्य पृष्ठस्य उपरि वस्तुनः भारः 1.67 N भविष्यति।

प्रश्नः

1. कस्यचित् वस्तुनः द्रव्यमाने तथा च भारे कः भेदः अस्ति?
2. कस्यचित् वस्तुनः चन्द्रे भारः पृथिव्यां भारस्य $\frac{1}{6}$ गुणितः किमर्थं भवति?

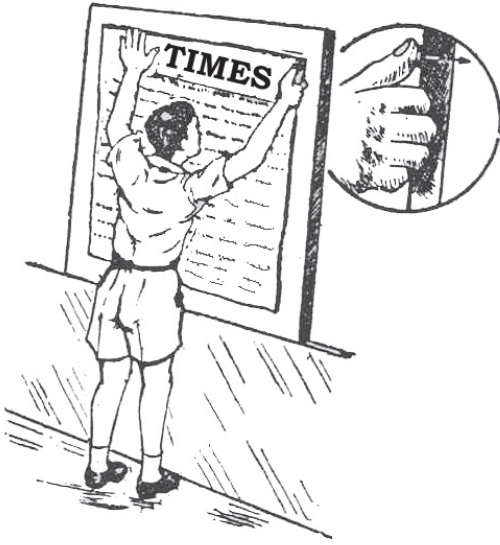
10.5 प्रणोदः तथा च पीडनम्

किं भवन्तः कदापि चिन्तितवन्तः यत् उष्ट्रः मरुभूमौ सरलतया किमर्थं धावितुं शक्नोति? सेनायाः लौहरथः यस्य भारः सहस्रटनतः अपि अधिकः भवति, एकस्याम् एव शृङ्खलायां कथं स्थिरः भवति? कस्यचित् भारवाहकस्य अथवा लोकयानस्य नेमिः अधिकदीर्घा किमर्थं भवति? कर्तन-अस्त्राणां धारः तीक्ष्णः किमर्थं भवति?

एतेषां प्रश्नानाम् उत्तरं ज्ञातुं तथा च एतेषु अन्तर्भूतां परिघटनां ज्ञातुं प्रदत्तस्य वस्तुनः उपरि कस्याञ्चित् विशिष्टदिशि प्रयुज्यमानस्य बलस्य (प्रणोदस्य) तथा च प्रति एकाङ्कं क्षेत्रफलस्य उपरि प्रयुज्यमानस्य बलस्य (पीडनस्य) धारणया सह परिचयकारणे सहायकं भविष्यति। प्रणोदस्य तथा च पीडनस्य अर्थं ज्ञातुम् आगच्छन्तु वयम्

अधोलिखितस्थितीनाम् उपरि विचारं कुर्मः।

स्थितिः 1. कस्मिंश्चित् सूचनाफलके भवन्तः किञ्चन चित्रपटं स्थापयितुम् इच्छन्ति यथा 10.3 चित्रे दर्शितम् अस्ति। एतत् कार्यं कर्तुं भवद्भिः लघुकीलः स्व-अङ्गुष्ठेन नोदनीयः भविष्यति। एतस्याम् अवस्थायां भवन्तः कीलस्य शीर्षस्य तलीयक्षेत्रफलस्य उपरि बलस्य प्रयोगं कुर्वन्ति। एतत् बलं फलकस्य तलस्य (पृष्ठस्य) लम्बवत् प्रयुज्यते। एतत् बलं कीलस्य शीर्षस्य उपरि अपेक्षाकृतस्य लघुक्षेत्रफलस्य उपरि प्रयुज्यते।



चित्रम् 10.3 चित्रपटं स्थापयितुं कीलम् अङ्गुष्ठेन फलकस्य लम्बवत् नोदनं क्रियते।

स्थितिः 2. भवन्तः शिथिलवालुकायां स्थिताः भवन्ति। भवतां पादाः वालुकायां गभीरतया संलग्नाः भवन्ति। इदानीं वालुकायां शयनं कुर्वन्तु। भवन्तः द्रक्ष्यन्ति यत् भवतां शरीरं वालुकायां पूर्वम् इव नैव संलग्नं भवति। द्वयोः अवस्थयोः वालुकायाः उपरि प्रयुज्यमानं बलं भवतां शरीरस्य भारः अस्ति।

भवन्तः पठितवन्तः यत् भारः ऊर्ध्वाधरदिशि अधः प्रति प्रयुज्यमानं बलम् अस्ति। अत्र बलं वालुकायाः तलस्य लम्बवत् प्रयुज्यते। कस्यचित् वस्तुनः तलस्य लम्बवत् प्रयुज्यमानं बलं प्रणोदः कथ्यते।

यदा भवन्तः शिथिलवालुकायां स्थिताः भवन्ति तदा बलम् अर्थात् भवतः शरीरस्य भारः, भवतां पादानां क्षेत्रफलस्य समाने क्षेत्रफले प्रयुज्यमानं भवति। यदा भवन्तः शयानाः भवन्ति तदा तत् एव बलं भवतां

शरीरस्य सम्पर्कक्षेत्रफलस्य समाने क्षेत्रफले प्रयुज्यते यत् च भवतां पादानां क्षेत्रफलात् अधिकम् अस्ति। एवं प्रकारेण समानपरिणामस्य बलानां भिन्नभिन्नक्षेत्रफलानाम् उपरि भिन्नभिन्नप्रभावः भवति। उपर्युक्तस्थितौ प्रणोदः समानः अस्ति। किन्तु तस्य प्रभावः भिन्नः भिन्नः अस्ति। अतः प्रणोदस्य प्रभावः तस्य क्षेत्रफलस्य उपरि निर्भरः अस्ति यस्य उपरि सः प्रयुज्यते।

वालुकायाः उपरि प्रणोदस्य प्रभावः शयनस्य अपेक्षया स्थितस्य अवस्थायाम् अधिकः अस्ति। प्रति एकाङ्कं क्षेत्रफलस्य उपरि प्रयुज्यमानः प्रणोदः पीडनं कथ्यते। एवं प्रकारेण –

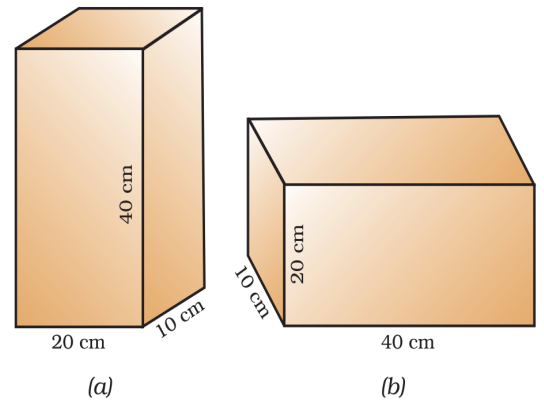
$$\text{पीडनम्} = \frac{\text{प्रणोदः}}{\text{क्षेत्रफलम्}} \quad (10.20)$$

(10.20) समीकरणे प्रणोदस्य तथा च क्षेत्रफलस्य SI मात्रकस्य स्थापितकरणे अस्माभिः पीडनस्य SI मात्रकं प्राप्यते। एतत् मात्रकं N/m^2 अथवा N m^2 अस्ति।

वैज्ञानिकस्य ब्लैसपास्कलस्य सम्माने पीडनस्य SI मात्रकं पास्कलः कथ्यते। यत् Pa द्वारा व्यक्तीक्रियते।

विभिन्नक्षेत्रफलानाम् उपरि प्रयुज्यमानस्य प्रणोदस्य प्रभावम् अवगन्तुम् आगच्छन्तु संख्यात्मक-उदाहरणस्य उपरि विचारं करिष्यामः।

उदाहरणम् 10.6 कस्यचित् काष्ठस्य गुटिका उत्पीठिकायाः उपरि स्थापिता अस्ति। काष्ठस्य गुटिकायाः द्रव्यमानं 5 kg अस्ति तथा च एतस्य विमाः 40 cm × 20 cm × 10 cm सन्ति।



चित्रम् 10.4

काष्ठस्य खण्डद्वारा उत्पीठिकायाः उपरि प्रयुज्यमानं

पीडनं जानन्तु , यदि एतस्य अधोलिखितविमानां तलम् उत्पीठिकायाः उपरि स्थाप्यते तर्हि (क) $20 \text{ cm} \times 10 \text{ cm}$ तथा च (ख) $40 \text{ cm} \times 20 \text{ cm}$ इति।

समाधानम्

काष्ठस्य गुटिकायाः द्रव्यमानं = 5 kg
तथा च एतस्य विमाः = $40 \text{ cm} \times 20 \text{ cm} \times 10 \text{ cm}$ अत्र काष्ठस्य गुटिकायाः भारः उत्पीठिकायाः तलस्य उपरि प्रणोदः प्रयुज्यते।

अर्थात्

$$\begin{aligned}\text{प्रणोदः } F &= m \times g \\ &= 5 \text{ kg} \times 9.8 \text{ m s}^{-2} \\ &= 49 \text{ N}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{तलस्य क्षेत्रफलम्} &= \text{दीर्घता} \times \text{विस्तारः} \\ &= 20 \text{ cm} \times 10 \text{ cm} \\ &= 200 \text{ cm}^2 = 0.02 \text{ m}^2\end{aligned}$$

(10.20) समीकरणात् ,

$$\begin{aligned}\text{पीडनम्} &= \frac{49 \text{ N}}{0.02 \text{ m}^2} \\ &= 2450 \text{ N m}^{-2}\end{aligned}$$

यदा गुटिकायाः $40 \text{ cm} \times 20 \text{ cm}$ विमानां तलम् उत्पीठिकायाः उपरि स्थाप्यते तदा एषः उत्पीठिकायाः तले पूर्वतनस्य यावतः एव प्रणोदस्य प्रयोगं करोति।

$$\begin{aligned}\text{क्षेत्रफलं} &= \text{दीर्घता} \times \text{विस्तारः} \\ &= 40 \text{ cm} \times 20 \text{ cm} \\ &= 800 \text{ cm}^2 = 0.08 \text{ m}^2\end{aligned}$$

(10.20) समीकरणात् ,

$$\begin{aligned}\text{पीडनम्} &= \frac{49 \text{ N}}{0.08 \text{ m}^2} \\ &= 612.5 \text{ N m}^{-2}\end{aligned}$$

तलम् $20 \text{ cm} \times 10 \text{ cm}$ द्वारा प्रयुक्तं पीडनं 2450 N m^{-2} अस्ति तथा च तलम् $40 \text{ cm} \times 20 \text{ cm}$ द्वारा प्रयुक्तं पीडनं 612.5 N m^{-2} अस्ति।

एतेन प्रकारेण तत् एव बलं यदा लघुक्षेत्रफले

प्रयुज्यते तदा अधिकं पीडनं तथा च विशाले क्षेत्रफले न्यूनं पीडनं प्रयुज्यते। एतत् एव कारणम् अस्ति यत् कीलानां शीर्षं तीक्ष्णं भवति तथा च छुरिकायाः धारः तीक्ष्णः भवति तथा च भवनानाम् आधारः दीर्घः भवति।

10.5.1 तरलेषु पीडनम्

सर्वे अपि द्रवाः तथा च वाताः तरलाः सन्ति। सघनं स्वस्य भारस्य कारणेन कस्मिंश्चित् तले पीडनस्य प्रयोगं करोति। एतेन एव प्रकारेण तरलेषु अपि भारः भवति तथा च ते यस्मिन् पात्रे स्थाप्यन्ते तस्य आधारेषु तथा च भित्तिषु पीडनस्य प्रयोगं कुर्वन्ति। कस्यचित् परिरुद्धस्य तरलस्य कस्मिंश्चित् बिन्दौ प्रयुज्यमानं पीडनं दिक्षु विना न्यूनतां सञ्चरितं भवति।

10.5.2 उत्प्लावकता

किं भवन्तः कदापि कस्मिंश्चित् सरोवरे तरणं कृतवन्तः तथा च भवन्तः स्वयं किञ्चित् सामान्यम् अनुभूतवन्तः? किं कदापि भवन्तः कस्माच्चित् कूपात् जलम् उद्धृतवन्तः तथा च अनुभवं कृतवन्तः यत् यदा जलेन पूर्णा द्रोणी कूपस्य जलात् बहिः आगच्छति तदा सा अधिकभारवती भाति? किं कदापि भवन्तः चिन्तितवन्तः यत् लौहेन तथा च सारलोहेन निर्मितं जलयानं समुद्रस्य जले किमर्थं न निमज्जति? किन्तु तावतः एव भारस्य लौहः अथवा सारलोहः यदि पटरूपेण भवेत् तर्हि किं सः निमज्जितः भविष्यति? एतेषां सर्वेषाम् अपि प्रश्नानाम् उत्तरं ज्ञातुम् उत्प्लावकतायाः विषये ज्ञानम् आवश्यकम् अस्ति। उत्प्लावकतायाः अर्थं ज्ञातुम् आगच्छन्तु कञ्चन क्रियाकलापं कुर्मः।

क्रियाकलापः 10.4

- काञ्चित् सुनम्यकूपीं स्वीकुर्वन्तु। कूप्याः मुखं केनचित् वायुरोधकेन अवकीलकेन पिदधतु। एतां कस्याञ्चित् जलेन पूर्णायां द्रोण्यां स्थापयन्तु। भवन्तः द्रक्ष्यन्ति यत् कूपी तरति।
- कूपीं जले प्रणुदन्तु। भवन्तः उपरि कञ्चन प्रणोदम् अनुभवन्ति। एताम् इतोऽपि अधः प्रणोतुं प्रयासं कुर्वन्तु। भवन्तः एताम् इतोऽपि गभीरतायां प्रणोदने कठिनताम् अनुभविष्यन्ति। एतत् दर्शयति यत् जलं कूप्याः उपरि ऊर्ध्वदिशि किञ्चन बलं प्रयुङ्क्ते। यथा यथा कूपी जले प्रणुद्यते जलद्वारा ऊर्ध्वं प्रति प्रयुक्तं बलं वर्धते यावत् पर्यन्तं कूपी जले पूर्णतया निमज्जिता न भवेत्।

- इदानीं कूपीं त्यजन्तु। एषा उत्प्लुत्य पृष्ठतः पुनः आगच्छति।
- किं पृथिव्याः गुरुत्वाकर्षणबलम् एतस्याः कूप्याः उपरि कार्यरतम् अस्ति? यदि एवम् अस्ति तर्हि कूप्याः त्यागेन जले एव किमर्थं निमज्जिता न भवति? भवन्तः कूपीं जले कथं निमज्जितुं शक्नुवन्ति?

पृथिव्याः गुरुत्वाकर्षणबलं कूप्याः उपरि अधस्तनदिशि प्रयुज्यते। एतस्य कारणेन कूपी अधस्तनदिशि आकर्षिता भवति। किन्तु जलं कूप्याः ऊर्ध्वं प्रति बलं प्रयुङ्क्ते। अतः कूपी ऊर्ध्वदिशि प्रणुद्यते। वयं पठितवन्तः यत् वस्तुनः भारः पृथिव्याः गुरुत्वाकर्षणबलस्य समानः अस्ति। यदा कूपी निमज्ज्यते तदा कूप्याः उपरि जलेन प्रयुज्यमानम् ऊर्ध्वदिशि बलम् एतस्य भारात् अधिकं भवति। अतः एव त्यागेन एषा उपरि आगच्छति।

कूपीं पूर्णतया निमज्जितां स्थापयितुं जलेन कूप्याः उपरि ऊर्ध्वदिशि प्रयुज्यमानं बलं संतुलितं करणीयं भविष्यति। एतत् अधस्तनदिशि प्रयुज्यमानं किञ्चन बाह्यं बलं प्रयुज्य प्राप्तुं शक्यते। एतत् बलं न्यूनातिन्यूनम् ऊर्ध्वदिशि प्रयुज्मानं बलं तथा च कूप्याः भारस्य भेदस्य समानं भवेत्।

कूप्याः उपरि जलेन ऊर्ध्वदिशि प्रयुज्यमानं बलम् उत्प्लावनबलं कथ्यते। वस्तुतः कस्मिंश्चित् तरले निमज्जनेन सर्वेषु वस्तुषु समानम् उत्प्लावनबलं प्रयुज्यते। उत्प्लावनबलस्य परिमाणं तरलस्य घनत्वस्य उपरि निर्भरं करोति।

10.5.3 जलस्य पृष्ठे स्थापनेन वस्तूनि तरन्ति अथवा निमज्जन्ति?

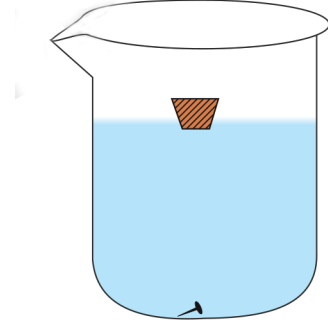
एतस्य प्रश्नस्य उत्तरं प्राप्तुं आगच्छन्तु अधोलिखितं क्रियाकलापं कुर्मः।

क्रियाकलापः-----10.5

- जलेन पूर्णं कञ्चन काचपात्रं स्वीकुर्वन्तु।
- कञ्चन लौहकीलं स्वीकुर्वन्तु तथा च एतं जलस्य पृष्ठे स्थापयन्तु।
- पश्यन्तु किं भवति?

कीलः निमज्जितः भवति। कीलस्य उपरि प्रयुज्यमानं पृथिव्याः गुरुत्वाकर्षणबलम् एतम् अधः आकर्षति। जलं

कीलस्य उपरि उत्प्लावनबलं प्रयुज्यते यत् एतम् ऊर्ध्वदिशि प्रणुदति। किन्तु कीलस्य उपरि अधः प्रयुज्यमानं बलं कीलस्य उपरि जलेन प्रयुक्तात् उत्प्लावनबलात् अधिकम् अस्ति। अतः एषः निमज्जति (10.5 चित्रे)।



चित्रम् 10.5 जलस्य पृष्ठे स्थापनेन लौहकीलः निमज्जितः भवति तथा च पिधानं तरति।

क्रियाकलापः ----- 10.6

- जलेन पूर्णं किञ्चन काचपात्रं स्वीकुर्वन्तु।
- एकं कीलं तथा च समानद्रव्यमानस्य कञ्चन पिधानस्य खण्डं स्वीकुर्वन्तु।
- एतं जलस्य पृष्ठे स्थापयन्तु।
- पश्यन्तु किं भवति।

पिधानं तरति किन्तु कीलः निमज्जितः भवति। एवं तयोः घनत्वे भेदस्य कारणेन भवति। कस्यचित् पदार्थस्य घनत्वं तस्य एकाङ्क-आयतनस्य द्रव्यमानं कथ्यते। पिधानस्य घनत्वं जलस्य घनत्वात् न्यूनम् अस्ति। एतस्य अर्थः अस्ति यत् पिधानस्य उपरि जलस्य उत्प्लावनबलं पिधानस्य भारात् अधिकम् अस्ति। अतः एव एतत् तरति (10.5 चित्रे)।

लौहकीलस्य घनत्वं जलस्य घनत्वात् अधिकम् अस्ति। एतस्य अर्थः अस्ति यत् लौहस्य कीले जलस्य उत्प्लावनबलं लौहकीलस्य भारात् न्यूनम् अस्ति। अतः एव एतत् निमज्जितं भवति।

एवं प्रकारेण द्रवस्य घनत्वात् न्यूनघनत्वस्य वस्तूनि द्रवे तरन्ति। द्रवस्य घनत्वात् अधिकघनत्वस्य वस्तूनि द्रवे निमज्जितानि भवन्ति।

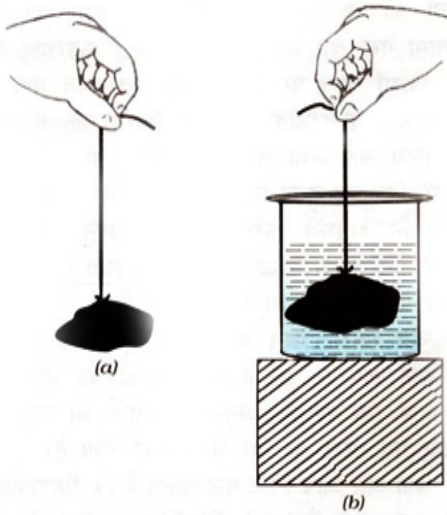
प्रश्नः

1. केनचित् कृशेन तथा च दृढेन सूत्रेण निर्मितस्य पटस्य साहाय्येन विद्यालयस्यूतस्य उत्थापनं कठिनं भवति, किमर्थम् ?
2. उत्प्लावकता इत्यस्य किं तात्पर्यम् अस्ति?
3. जलस्य पृष्ठे स्थापनेन किञ्चन वस्तु किमर्थं तरति अथवा निमज्जति?

10.6 आर्किमीडीजस्य सिद्धान्तः

क्रियाकलापः 10.7

- कञ्चन पाषाणखण्डं स्वीकुर्वन्तु तथा च एतस्य कयाचित् यन्त्रतुलया अथवा घृषिसूत्रस्य एकेन शीर्षेण बन्धनं कुर्वन्तु।
- तुलाम् अथवा सूत्रं गृहीत्वा पाषाणम् अवलम्बयन्तु यथा 10.6(क) चित्रे प्रदर्शितम् अस्ति।
- पाषाणस्य भारकारणेन घृषिसूत्रस्य दीर्घतायां वृद्धिम् अथवा यन्त्रतुलायाः पाठ्याङ्कं लिखन्तु।
- इदानीं पाषाणं कस्मिंश्चित् पात्रे स्थापिते जले शनैः निमज्जन्तु यथा 10.6(ख) चित्रे प्रदर्शितम् अस्ति।
- प्रेक्षणं कुर्वन्तु यत् सूत्रस्य दीर्घतायाम् अथवा तुलायाः मापे किं परिवर्तनं भवति।



चित्रम् 10.6 – (क) वायौ अवलम्बितस्य पाषाणखण्डस्य भारकारणेन घृषिसूत्रे प्रसारस्य प्रेक्षणं कुर्वन्तु। (ख) पाषाणस्य जले निमज्जनेन सूत्रस्य प्रसारे न्यूनता आगच्छति।

भवन्तः द्रक्ष्यन्ति यत् यदा पाषाणं शनैः शनैः अधः नयामः तदा सूत्रस्य दीर्घतायाम् अथवा यन्त्रतुलायाः पाठ्याङ्के अपि न्यूनता आगच्छति। तथापि यदा पाषाणः पूर्णतया जले निमज्जितः भवति तदा ततः परं किमपि परिवर्तनं न दृश्यते। सूत्रस्य प्रसारे अथवा तुलायाः मापे

न्यूनताकारणेन भवन्तः कं निष्कर्षं प्राप्स्यन्ति?

वयं जानीमः यत् घृषिसूत्रस्य दीर्घतायां परिवर्तनम् अथवा तुलायाः पाठ्याङ्के वृद्धिः पाषाणस्य भारकारणेन भवति। यतोहि पाषाणस्य जले निमज्जनेन एतासु वृद्धिषु न्यूनता आगच्छति, एतस्य अर्थः अस्ति यत् पाषाणे ऊर्ध्वदिशि किमपि प्रयुज्यते। एतस्य परिणामतः घृषिसूत्रस्य उपरि प्रयुज्यमानं बलं न्यूनं भवति तथा च अतः एव दीर्घतायाः वृद्धौ अपि न्यूनता आगच्छति। यथा पूर्वम् एव चर्चा कृता अस्ति, जलेन ऊर्ध्वदिशि प्रयुक्तं बलम् उत्प्लावनबलं कथ्यते।

कस्यचित् वस्तुनः उपरि प्रयुज्यमानस्य उत्प्लावनबलस्य परिमाणं कियत् भवति? किं कस्यचित् एकस्य एव वस्तुनः कृते एतत् सर्वेषु तरलेषु समानं भवति? किं कस्मिंश्चित् प्रदत्ते तरले सर्वाणि वस्तूनि समानउत्प्लावनबलस्य अनुभवं कुर्वन्ति? एतेषां प्रश्नानाम् उत्तरम् आर्किमीडीजसिद्धान्तद्वारा प्राप्तुं शक्यते, यत् अधोलिखितेन प्रकारेण व्यक्तीकर्तुं शक्यते।

यदा किञ्चन वस्तु कस्मिंश्चित् तरले पूर्णतया अथवा आंशिकरूपेण निमज्ज्यते तदा तत् ऊर्ध्वदिशि किञ्चन बलम् अनुभवति यत् वस्तुद्वारा अपसारितस्य तरलस्य बलस्य समानं भवति।

किम् इदानीं भवन्तः स्पष्टं कर्तुं शक्नुवन्ति यत् 10.7 क्रियाकलापे पाषाणस्य जले पूर्णतया निमज्जनानन्तरं सूत्रस्य प्रसारे तथा च न्यूनता किमर्थं न जाता आसीत्?



आर्किमीडीजः

आर्किमीडीजः कश्चित् ग्रीकवैज्ञानिकः आसीत्। सः कस्यचित् सिद्धान्तस्य अन्वेषणं कृतवान् आसीत् यः तस्य नाम्ना एव विख्यातः अभवत्। एतं सिद्धान्तं सः एतत् दृष्ट्वा कृतवान् यत् स्नानद्रोण्यां प्रवेशेन

जलं बहिः निस्सरति। सः मार्गे यूरेका यूरेका इति वदन् गतवान् यस्य अर्थः भवति “अहं प्राप्तवान्” इति।

एतस्य ज्ञानस्य उपयोगं सः राज्ञः मुकुटे उपयुक्तस्य स्वर्णस्य शुद्धतायाः मापनस्य कृते कृतवान्।

तस्य यान्त्रिक्यां तथा च ज्यामित्यां कृतस्य कार्यस्य कारणेन सः प्रसिद्धः अभवत्। उत्तोलकस्य चक्रयोगस्य तथा च चक्रस्य धुरीविषये तस्य ज्ञानं ग्रीकसेनायाः रोमनसेनायाः विरुद्धे युद्धे बहु साहाय्यम् अकरोत्।

आर्किमीडीजस्य सिद्धान्तस्य बहवः अनुप्रयोगाः सन्ति। एतेषां जलयानानां तथा च निमज्जकनौकानां परिकल्पनाकरणे उपयोगः भवति। दुग्धमापकः यः दुग्धस्य कस्यचित् प्रतिदर्शस्य शुद्धतायाः परिशीलनाय प्रयुज्यते तथा च जलमानकः, यत् च द्रवानां घनत्वस्य मापनं कर्तुं प्रयुज्यते, एतस्य सिद्धान्तस्य उपरि आधारितम् अस्ति।

प्रश्नः

1. कस्याञ्चित् तुलायां भवन्तः स्वस्य द्रव्यमानस्य 42 kg टिप्पणीं कुर्वन्ति। किं भवतां द्रव्यमानं 42 kg तः अधिकम् अस्ति अथवा न्यूनम्?
2. भवतां पार्श्वे काचित् कार्पासस्य गोणी तथा च लौहस्य दण्डः अस्ति। तुलायाः उपरि मापनेन द्वयोः 100 kg द्रव्यमानं दर्शयति। वास्तविकतायाम् एकः अपरस्मात् अधिकभारी अस्ति। किं भवन्तः वक्तुं शक्नुवन्ति यत् कः अधिकभारी अस्ति तथा च किमर्थम्?

10.7 आपेक्षिकं घनत्वम्

किं भवन्तः जानन्ति यत् कस्यचित् वस्तुनः घनत्वं तत् प्रति एकाङ्क-आयतनस्य द्रव्यमानं कथ्यते। घनत्वस्य मात्रकं किलोग्राम प्रतिघनमीटर अस्ति (kg m^{-3})। विशिष्टपरिस्थितिषु कस्यचित् पदार्थस्य घनत्वं सदैव समानं तिष्ठति। अतः कस्यचित् पदार्थस्य घनत्वं तस्य कश्चन लाक्षणिकः गुणः भवति। एतत् भिन्नभिन्नपदार्थानां कृते

भिन्नं भिन्नं भवति। उदाहरणार्थं स्वर्णस्य घनत्वं 19300 kg m^{-3} अस्ति यद्यपि जलस्य 1000 kg m^{-3} अस्ति। कस्यचित् पदार्थस्य प्रतिदर्शस्य घनत्वं तस्य पदार्थस्य शुद्धतायाः परीक्षणे साहाय्यं कर्तुं शक्नोति।

प्रायः कस्यचित् पदार्थस्य घनत्वं जलस्य घनत्वस्य तुलनायां व्यक्तीकरणं सरलं भवति। कस्यचित् पदार्थस्य आपेक्षिकघनत्वं तस्य पदार्थस्य घनत्वस्य अनुपातः अस्ति। अर्थात्

$$\text{आपेक्षिकं घनत्वम्} = \frac{\text{कस्यचित् पदार्थस्य घनत्वम्}}{\text{जलस्य घनत्वम्}}$$

यतोहि आपेक्षिकं घनत्वं राशीनाम् अनुपातः अस्ति, अतः एतस्य मात्रकं न भवति।

उदाहरणम् 10.7 रजतस्य आपेक्षिकं घनत्वं 10.8 अस्ति। जलस्य घनत्वं 10^3 kg m^{-3} अस्ति। SI मात्रके रजतस्य घनत्वं किं भविष्यति?

समाधानम्

$$\text{रजतस्य आपेक्षिकं घनत्वम्} = 10.8$$

$$\text{आपेक्षिकं घनत्वम्} = \frac{\text{रजतस्य घनत्वम्}}{\text{जलस्य घनत्वम्}}$$

$$\begin{aligned} \text{रजतस्य घनत्वम्} &= \text{रजतस्य आपेक्षिकं घनत्वं} \times \text{जलस्य घनत्वम्} \\ &= 10.8 \times 10^3 \text{ kg m}^{-3}. \end{aligned}$$

भवन्तः

किम्

अधिगतवन्तः



- गुरुत्वाकर्षणस्य नियमस्य अनुसारं कयोश्चित् द्वयोः पिण्डयोः मध्ये आकर्षणबलं तयोः द्वयोः द्रव्यमानस्य गुणनफलस्य अनुक्रमानुपातिनः तथा च तयोः माध्यमिकदूरतायाः वर्गस्य व्युत्क्रमानुपाति भवति। एषः नियमः सर्वेषाम् अपि पिण्डानाम् उपरि प्रभावितः भवति सः नियमः विश्वे कुत्रापि स्यात्। एतादृशः नियमः सार्वत्रिकः नियमः कथ्यते।
- गुरुत्वाकर्षणं किञ्चन क्षीणं बलम् अस्ति यावत् पर्यन्तं बहु अधिकं द्रव्यमानवत् पिण्डं सम्बद्धं न स्यात्।
- पृथिवीद्वारा प्रयुज्यमानं गुरुत्वाकर्षणबलं गुरुत्वबलं कथ्यते।
- गुरुत्वीयबलं पृथिवीतलात् दीर्घतायाः वर्धनेन न्यूनं भवति। एतत् पृथिवीतलस्य

विभिन्नस्थानेषु अपि परिवर्तितं भवति तथा च एतस्य मानं ध्रुवात् विषुवतवृत्तं प्रति न्यूनीभवति।

- कस्यचित् वस्तुनः भारः तादृशं बलम् अस्ति यत् पृथिवी आत्मानं प्रति आकर्षति।
- कस्यचित् वस्तुनः भारः द्रव्यमानं तथा च गुरुत्वीयत्वरणस्य गुणनफलस्य समानं भवति।
- कस्यचित् वस्तुनः भारः भिन्नभिन्नस्थानेषु भिन्नं भिन्नं भवितुम् अर्हति किन्तु द्रव्यमानं स्थिरं तिष्ठति।
- सर्वाणि वस्तूनि कस्मिंश्चित् तरले निमज्जनेन उत्प्लावनबलस्य अनुभवं कुर्वन्ति।
- यस्मिन् द्रवे वस्तूनि निमज्ज्यन्ते तस्य घनत्वात् न्यूनघनत्वस्य वस्तूनि द्रवस्य पृष्ठे तरन्ति। यदि वस्तुनः घनत्वं निमज्ज्यमानात् द्रवात् अधिकम् अस्ति तर्हि तत् द्रवे निमज्जितं भवति।

अभ्यासः



1. यदि द्वयोः वस्तुनोः माध्यमिकदूरता अर्धं क्रियते तर्हि द्वयोः मध्ये गुरुत्वाकर्षणबलं केन प्रकारेण परिवर्तितं भविष्यति?
2. सर्वेषु वस्तुषु प्रयुज्यमानं गुरुत्वीयं बलं तस्य द्रव्यमानस्य अनुक्रमानुपाति भवति। पुनः किञ्चन भारवत् वस्तु भाररहितवस्तुनः अपेक्षया वेगेन किमर्थं न पतति?
3. पृथिवी तथा च तस्याः पृष्ठे कस्यचित् 1 kg वस्तुनः मध्ये गुरुत्वीयबलस्य परिमाणं किं भविष्यति? (पृथिव्याः द्रव्यमानं 6×10^{24} अस्ति तथा च पृथिव्याः त्रिज्या 6.4×10^6 m अस्ति)।
4. पृथिवी तथा च चन्द्रः परस्परं गुरुत्वीयबलेन आकर्षतः। पृथिवी येन बलेन चन्द्रम् आकर्षति किं तत् बलं, तस्मात् बलात् अधिकम् अस्ति न्यूनं समानं वा? येन बलेन चन्द्रः पृथिवीम् आकर्षति? वदन्तु किमर्थम्?
5. यदि चन्द्रः पृथिवीम् आकर्षति तर्हि पृथिवी चन्द्रं प्रति गतिं किमर्थं न करोति
6. द्वयोः वस्तुनोः मध्ये प्रयुज्यमानस्य गुरुत्वाकर्षणबलस्य किं भविष्यति? यदि
 - (i) कस्यचित् वस्तुनः द्रव्यमानं द्विगुणितं करणीयम्?
 - (ii) वस्तूनां माध्यमिकदूरता द्विगुणिता अथवा त्रिगुणिता करणीया?
 - (iii) द्वयोः वस्तुनोः द्रव्यमानं द्विगुणितं करणीयम्?
7. गुरुत्वाकर्षणस्य सार्वत्रिकस्य नियमस्य किं महत्त्वम् अस्ति?
8. मुक्तपतनस्य त्वरणं किम् अस्ति?
9. पृथिव्याः तथा च कस्यचित् वस्तुनः मध्ये गुरुत्वीयं बलं वयं किं वदामः?
10. कश्चित् जनः “क” स्वस्य कस्यचित् मित्रस्य निर्देशेन ध्रुवस्य उपरि किञ्चन ग्रामं स्वर्णं क्रीणाति। सः एतत् स्वर्णं विषुवतवृत्ते स्वमित्राय ददाति। किं तस्य मित्रं क्रीतस्य स्वर्णस्य भारेण सन्तुष्टः भविष्यति? यदि न तर्हि किमर्थम्? (सङ्केतः – ध्रुवाणाम् उपरि g इत्यस्य मानं विषुवतवृत्तस्य अपेक्षया अधिकम् अस्ति।)
11. किञ्चन कर्गदपत्रं, तेन एव प्रकारेण कर्गदं पुटीकृत्य निर्मितात् कन्दुकात् शनैः किमर्थं पतति?
12. चन्द्रस्य तले गुरुत्वीयबलं, पृथिव्याः तलस्य उपरि गुरुत्वीयबलस्य अपेक्षया $1/6$ गुणितः

अस्ति। कस्यचित् 10 kg वस्तुनः चन्द्रस्य उपरि तथा च पृथिव्याः उपरि न्यूटने भारः कः भविष्यति?

13. किञ्चन कन्दुकम् ऊर्ध्वाधरदिशि उपरि 49 m/s इत्यस्य वेगेन क्षिप्यते। परिकलनं कुर्वन्तु
 - (i) अधिकतम-उच्चता, यत्र पर्यन्तं कन्दुकं प्राप्नोति।
 - (ii) पृथिव्याः तले पुनः प्रत्यागमने स्वीकृतः सम्पूर्णः समयः।
14. 19.6 m दीर्घस्य अट्टस्य शिखरात् कश्चन पाषाणः त्यज्यते। पृथिवीपर्यन्तं प्राप्तेः पूर्वम् एतस्य अन्तिमं वेगं जानन्तु।
15. कश्चित् पाषाणः ऊर्ध्वाधरदिशि उपरि 40 m/s इत्यस्य प्रारम्भिकवेगेन क्षिप्यते। $g = 10 \text{ m s}^{-2}$ स्वीकुर्वन्तः पाषाणेन प्राप्तायाः अधिकतमदीर्घतायाः ज्ञानं कुर्वन्तु। विस्थापनं तथा च पाषाणद्वारा पर्यटिता समस्तदूरता कियती भविष्यति?
16. पृथिव्याः तथा च सूर्यस्य मध्ये गुरुत्वाकर्षणबलस्य परिकलनं कुर्वन्तु। प्रदत्तम् अस्ति पृथिव्याः द्रव्यमानं $= 6 \times 10^{24} \text{ kg}$ तथा च सूर्यस्य द्रव्यमानम् $= 2 \times 10^{30} \text{ kg}$ । द्वयोः मध्ये सामान्यदूरता $1.5 \times 10^{11} \text{ m}$ अस्ति।
17. कश्चन पाषाणः 100 m उन्नतस्य कस्यचित् अट्टस्य शिखरात् पातितः तथा च तस्मिन् एव समये पाषाणः 25 m/s वेगेन ऊर्ध्वाधरदिशि उपरि क्षिप्तः। परिकलनं कुर्वन्तु यत् द्वयोः पाषाणयोः मेलनं कुत्र कदा च भविष्यति?
18. ऊर्ध्वाधरदिशि उपरि क्षिप्तं किञ्चन कन्दुकं 6 s पश्चात् क्षेपकस्य पार्श्वे प्रत्यागच्छति। जानन्तु।
 - (a) एतत् केन वेगेन उपरि क्षिप्तम्?
 - (b) कन्दुकेन प्राप्ता अधिकतम-उन्नतता – तथा च
 - (c) 4 s पश्चात् कन्दुकस्य स्थितिः।
19. कस्मिंश्चित् द्रवे निमज्जितस्य वस्तुनः उपरि उत्प्लावनबलं कस्यां दिशि कार्यं करोति?
20. जलस्य अन्तः कस्यचित् सुनम्यस्य गुटिकायाः त्यागेन एषा जलस्य पृष्ठे किमर्थम् आगच्छति?
21. 50 g इत्यस्य कस्यचित् पदार्थस्य आयतनं 20 cm^3 अस्ति। यदि जलस्य घनत्वं 1 g cm^{-3} स्यात् तर्हि पदार्थः तरिष्यति अथवा निमज्जितः भविष्यति?
22. 500 g इत्यस्य कस्यचित् पिहितस्य बन्धस्य आयतनं 350 cm^3 अस्ति। बन्धः 1 gm^{-3} घनत्ववति जले तरिष्यति अथवा निमज्जितः भविष्यति? एतेन बन्धेन विस्थापितस्य जलस्य द्रव्यमानं कियत् भविष्यति?

अध्यायः 11

कार्यम् ऊर्जा च (work and Energy)

गतेषु केषुचित् अध्यायेषु वयं वस्तूनां गतेः वर्णनविधीनां, गतेः कारणस्य, तथा च गुरुत्वाकर्षणस्य विषये चर्चा कृतवन्तः स्मः। कार्यं काचित् भिन्ना अवधारणा अस्ति या अस्माकं विभिन्नप्राकृतिकघटनानाम् अवगमने तथा च व्याख्याकरणे साहाय्यं करोति। ऊर्जायाः तथा च शक्तेः कार्येण सह दृढः सम्बन्धः अस्ति। एतस्मिन् अध्याये वयम् एतासाम् अवधारणानां विषये अध्ययनं करिष्यामः।

सर्वेषाम् अपि सजीवानां कृते भोजनस्य आवश्यकता भवति। जीवितुं सजीवैः बहवः गतिविधयः करणीयाः भवन्ति। एतान् गतिविधीन् (क्रियाकलापान्) वयं जैवप्रक्रमः इति वदामः। एतेषां प्रक्रमाणां कृते ऊर्जा भोजनात् प्राप्यते। केचन अन्ये क्रियाकलापाः यथा – क्रीडायाः गानस्य पठनस्य लेखनस्य चिन्तनस्य कूर्दनस्य धावनस्य द्विचक्रिकाचालनस्य च कृते अपि अस्माकं कृते ऊर्जायाः आवश्यकता भवति। कठिनक्रियाकलापेषु अधिक-ऊर्जायाः आवश्यकता भवति।

जन्तवः अपि क्रियाकलापेषु व्यस्ताः भवन्ति। उदाहरणार्थं ते कूर्दितुम् अथवा धावितुं शक्नुवन्ति। तैः युद्धं करणीयं भवति, स्वशत्रोः दूरं पलायनीयं भवति, भोजन-अन्वेषणस्य अथवा आवासस्य कृते सुरक्षितस्थानस्य अन्वेषणं करणीयं भवति। एतत् अतिरिच्य केषाञ्चन जीवानां वयं भारवहनस्य, शकटकर्षणस्य अथवा कृषिकर्षणस्य कृते उपयोगं कुर्मः। एतेषां सर्वेषाम् अपि क्रियाकलापानां कृते ऊर्जायाः आवश्यकता भवति।

यन्त्राणां विषये चिन्तयन्तु। तेषां यन्त्राणां सूचीं कुर्वन्तु येषाम् उपयोगं भवन्तः कुर्वन्ति। तेषां कृते कार्यं कर्तुं कस्य वस्तुनः आवश्यकता भवति? केषाञ्चन यन्त्राणां कृते अग्नितैलस्य केषाञ्चन डीजल-ईन्धनस्य आवश्यकता

किमर्थं भवति? सजीवानां तथा च यन्त्राणां कृते ऊर्जायाः आवश्यकता किमर्थं भवति?

11.1 कार्यम्

कार्यं किम् अस्ति? वयं दैनिकजीवने येन रूपेण कार्यशब्दस्य प्रयोगं कुर्मः तथा च येन रूपेण वयम् एतस्य विज्ञाने प्रयोगं कुर्मः तयोः भेदः अस्ति। एतं विषयं स्पष्टं कर्तुम् आगच्छन्तु कानिचन उदाहरणानि आश्रित्य विचारं कुर्मः।

11.1.1 कठिनं कार्यं कृत्वा अपि किमपि अधिकं कार्यं नास्ति!

कमला परीक्षायाः सिद्धतां करोति। सा अध्ययने बहु समयं यापयति। सा पुस्तकं पठति, चित्रं निर्माति, स्वीयविचारान् सुव्यवस्थितान् करोति, प्रश्नपत्राणि एकत्र करोति, कक्ष्यासु उपस्थिता भवति, स्वसखीभिः सह समस्यानाम् उपरि विचारविमर्शं करोति तथा च प्रयोगं करोति। एतेषां क्रियाकलापेषु सा बह्वीम् ऊर्जां व्ययीकरोति। यदि वयं कार्यं वैज्ञानिकपरिभाषायाः अनुसारं पश्यामः तर्हि एतस्मिन् कठोरे कार्ये अतीव न्यूनं कार्यं सम्मिलितम् अस्ति।

भवन्तः विशालस्य शिलाखण्डस्य प्रणोदनार्थं कठोरं परिश्रमं कुर्वन्ति। चिन्तयन्तु भवन्तः एतावन्तं प्रयत्नं कृतवन्तः चेत् अपि शिलाखण्डः नैव कम्पते। भवन्तः पूर्णतया श्रान्ताः जाताः सन्ति, भवन्तः शिलाखण्डस्य उपरि किमपि कार्यं न कृतवन्तः यतोहि शिलाखण्डे किमपि विस्थापनं न अभवत्।

भवन्तः स्वस्य शिरसः उपरि कञ्चन भारं स्थापयित्वा किञ्चित् समयपर्यन्तं कम्पनं विना तिष्ठन्ति। भवन्तः श्रान्ताः भवन्ति। भवन्तः प्रयासं कृतवन्तः तथा च स्वीयां बह्वीम् ऊर्जां व्ययीकृतवन्तः। किं भवन्तः भारे किमपि कार्यं कुर्वन्ति? वयं विज्ञाने येन प्रकारेण “कार्यं”शब्दस्य

अर्थम् अवगच्छामः तेन रूपेण , एतस्याम् अवस्थायां कार्यं नैव कृतम् अस्ति।

प्राकृतिकदृश्यानि द्रष्टुं , भवन्तः सोपानानि आरुह्य भवनस्य उपरितनं तलं प्राप्नुवन्ति। भवन्तः कञ्चित् उन्नतं वृक्षम् अपि आरोहुं शक्नुवन्ति। वैज्ञानिकपरिभाषायाः अनुसारम् एतेषु क्रियाकलापेषु बहुविधं कार्यं निहितम् अस्ति।

स्वस्य दैनिकजीवने, वयं कञ्चन लाभदायकं शारीरिकम् अथवा मानसिकपरिश्रमं कार्यं चिन्तयामः। केचन क्रियाकलापाः यथा – क्रीडाङ्गणे क्रीडा, मित्रैः सह वार्तालापः, कस्यचित् लयस्य गुञ्जनं, कस्यचित् चलच्चित्रस्य दर्शनं, कस्मिंश्चित् समारोहे सहभागिता इत्यादि कदाचित् कार्यं न मन्यते। कार्यं किं भवति एतस्य विषयस्य उपरि निर्भरम् अस्ति यत् वयं तस्य कथं परिभाषां कुर्मः। विज्ञाने वयं कार्यशब्दस्य भिन्नप्रकारेण प्रयोगं तथा च परिभाषां कुर्मः। एतत् ज्ञातुम् आगच्छन्तु अधोलिखितं क्रियाकलापं कुर्मः—

क्रियाकलापः _____ 11.1

- उपर्युक्तेषु अनुच्छेदेषु वयं विभिन्नान् तादृशान् क्रियाकलापान् चर्चितवन्तः यान् वयं प्रायः स्वस्य दैनिकजीवने कार्यम् इति चिन्तयामः। एतेषु प्रत्येकं क्रियाकलापस्य कृते अधोलिखितप्रश्नानाम् उत्तरं ददतु—
 - (i) कस्य वस्तुनः उपरि कार्यं कृतम् ?
 - (ii) वस्तुनः उपरि किं घटितं भवति?
 - (iii) कार्यं कः करोति?

11.1.2 कार्यस्य वैज्ञानिकसङ्कल्पना

विज्ञानस्य दृष्टिकोणेन वयं कार्यं कथं पश्यामः तथा च परिभाषितं कुर्मः इति अवगन्तुम्, आगच्छन्तु कासाञ्चन स्थितीनाम् उपरि विचारं कुर्मः—

कस्मिंश्चित् स्तरे स्थापितां काञ्चित् गुटिकां प्रणुदन्तु। गुटिका काञ्चित् दूरतां पर्यटति। भवन्तः गुटिकायाः उपरि किञ्चित् बलं प्रयुक्तवन्तः येन गुटिका विस्थापिता अभवत्। एतस्यां स्थितौ कार्यम् अभवत्।

काचित् बालिका यानपेटिकायाः प्रणोदनं कृतवती तथा च यानपेटिका किञ्चित् दूरं यावत् चलति। बालिका यानपेटिकायाः उपरि बलं प्रयुक्तवती तथा च एषा यानपेटिका

विस्थापिता अभवत्। अतः कार्यं कृतम् अस्ति।

किञ्चन पुस्तकं किञ्चित् उपरि उत्तोलयन्तु। एवं कर्तुं भवद्भिः बलं प्रयोक्तव्यं भविष्यति। पुस्तकम् उपरि उद्गच्छति। पुस्तकस्य उपरि किञ्चन बलं प्रयुक्तं तथा च पुस्तकं गतिशीलम् अभवत् अतः कार्यं कृतम् अस्ति।

उपर्युक्ताः स्थितयः ध्यानेन दृश्यन्ते चेत् ज्ञायते यत् कार्यं कर्तुं द्वयोः अवस्थयोः आवश्यकता भवति एव (क) वस्तुनः उपरि किमपि बलं प्रयुक्तं भवेत् , तथा च (ख) वस्तु विस्थापितं भवेत्।

यदि एतयोः काचित् अपि अवस्था पूर्णा न भवति तर्हि कार्यं न कृतम्। विज्ञाने वयं कार्यम् एतया एव दृष्ट्या पश्यामः।

कश्चित् वृषभः कञ्चन शकटं कर्षति। शकटः चलति। शकटस्य चलने बलं प्रयुज्यते तथा च शकटः किञ्चित् दूरं चलितः अस्ति। किं भवतां विचारे एतस्यां स्थितौ कार्यं कृतम् अस्ति?

क्रियाकलापः _____ 11.2

- स्वस्य दैनिकजीवनस्य कासाञ्चित् स्थितीनां विषये विचारं कुर्वन्तु यत्र कार्यं सम्मिलितं स्यात्।
- एतेषां सूची निर्मातव्या।
- स्वस्य मित्रैः सह विचारविमर्शं कुर्वन्तु यत् किं प्रत्येकं स्थितौ कार्यं कृतम् अस्ति?
- स्वस्य उत्तराणां कारणं ज्ञातुं प्रयत्नं कुर्वन्तु।
- यदि कार्यं जातम् अस्ति तर्हि वस्तुनः उपरि कीदृशं बलं कार्यं करोति?
- तत् किं वस्तु अस्ति यत् आश्रित्य कार्यं कृतम् अस्ति?
- यत् वस्तु आश्रित्य कार्यं कृतम् अस्ति तस्य स्थितौ किं परिवर्तनं जातम् अस्ति?

क्रियाकलापः _____ 11.3

- कासाञ्चन स्थितीनां विषये विचारं कुर्वन्तु यदा वस्तुनः उपरि बलं प्रयुज्यते तदा अपि तत् विस्थापितं न भवति।
- एतादृश्यां स्थितौ अपि विचारं कुर्वन्तु यदा किमपि वस्तु बलम् अप्रयुज्य एव विस्थापितं भवति।
- एकैकस्य कृते यावतीः परिस्थितीः भवन्तः चिन्तयितुं शक्नुवन्ति तावतीं सूचीं निर्मान्तु।
- स्वस्य मित्रैः सह विचारविमर्शं कुर्वन्तु यत् किम् एतादृशस्थितिषु कार्यं जातम् अस्ति।

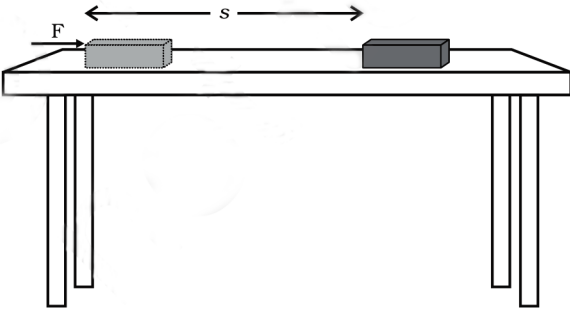
11.1.3 केनचित् नियतबलेन कृतं कार्यम्

विज्ञाने कार्यस्य कथं परिभाषिता कृता अस्ति? एतत् अवगन्तुं, प्रथमं वयं तस्य स्थिते: विषये विचारं कुर्मः यदा बलं विस्थापनस्य दिशि प्रयुज्यते।

चिन्तयन्तु कस्यचित् वस्तुनः उपरि किञ्चन नियतं बलं F कार्यं करोति। चिन्तयन्तु यत् वस्तु बलस्य दिशि s दूरता विस्थापिता अभवत् (11.1 चित्रे)। चिन्तयन्तु W कृतं कार्यम् अस्ति। कार्यस्य परिभाषायाः अनुसारं कृतं कार्यं बलस्य तथा च विस्थापनस्य गुणनफलस्य समानम् अस्ति।

$$\text{कृतं कार्यं} = \text{बलम्} \times \text{विस्थापनम्}$$

$$W = F s \quad (11.1)$$



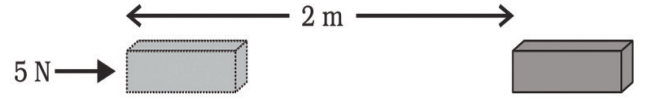
चित्रम् 11.1

अतः कस्यचित् वस्तुनः उपरि प्रयुज्यमानेन बलेन कृतं कार्यं बलस्य परिणामे तथा च बलस्य दिशि पर्यटितायाः दूरतायाः गुणनफलस्य समानं भवति। कार्यं केवलं परिमाणं भवति तथा च कापि दिक् न भवति।

(11.1) समीकरणे यदि $F = 1 \text{ N}$ तथा च $s = 1 \text{ m}$ स्यात्, तर्हि बलेन कृतं कार्यं 1 N m भविष्यति। अत्र बलस्य मात्रकं न्यूटनमीटर (N m) अथवा जूल (J) अस्ति। अतः 1 J कस्यचित् वस्तुनः उपरि कृतस्य कार्यस्य सा मात्रा अस्ति यदा 1 N इत्यस्य बलं वस्तु बलस्य क्रियया सह रेखायाः दिशि 1 m विस्थापितं कुर्यात्।

(11.1) समीकरणं ध्यानपूर्वकं पश्यन्तु। यदि वस्तुनः उपरि प्रयुज्यमानं बलं शून्यम् अस्ति तर्हि कृतं कार्यं कियत् भविष्यति? यदि वस्तुनः विस्थापनं शून्यम् अस्ति तर्हि कृतं कार्यं कियत् भविष्यति? तासाम् अवस्थानाम् उल्लेखं कुर्वन्तु यासां कार्यं भवितुं पूर्णता आवश्यकी अस्ति।

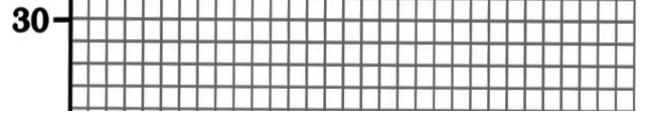
उदाहरणम् 11.1 कस्यचित् वस्तुनः उपरि 5 N बलं प्रयुज्यते। बलस्य दिशि वस्तु 2 m विस्थापितं भवति (11.2 चित्रे)। यदि विस्थापनसमये निरन्तरं वस्तुनः उपरि बलं प्रयुज्येत, तर्हि (11.1) समीकरणस्य अनुसारं कृतं कार्यं भविष्यति $5 \text{ N} \times 2 \text{ m} = 10 \text{ N m}$ अथवा 10 J इति।



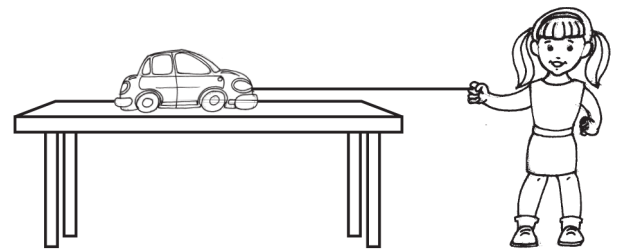
चित्रम् 11.2

प्रश्नः

1. कस्यचित् वस्तुनः उपरि 7 N इत्यस्य बलं प्रयुज्यते। चिन्तयन्तु बलस्य दिशि विस्थापनं 8 m अस्ति (11.3 चित्रे)। चिन्तयन्तु वस्तुनः विस्थापनस्य समये निरन्तरं वस्तुनः उपरि बलं प्रयुज्यते। एतस्यां स्थितौ कृतं कार्यं कियत् भविष्यति?



कस्याश्चित् अन्यस्याः स्थिते: विषये विचारं कुर्वन्तु यस्यां बलं तथा च विस्थापनम् एकस्याम् एव दिशि अस्ति – कश्चित् बालः किञ्चन क्रीडनकं 11.4 चित्रे दर्शितानुसारं पृथिव्याः समानान्तरं कर्षति। बालः कारयानस्य विस्थापनस्य दिशि बलं प्रयुक्तवान् अस्ति। एतस्यां स्थितौ कृतं कार्यं बलस्य तथा च विस्थापनस्य गुणनफलस्य समानं भविष्यति। एतादृश्यां स्थितौ बलेन कृतं कार्यं धनात्मकं मन्यते।



चित्रम् 11.4

इदानीं कस्याश्चित् स्थिते: विषये विचारं कुर्वन्तु यस्यां किञ्चन वस्तु समानवेगेन कस्याञ्चित् नियमदिशि गतिं करोति तथा च तस्य उपरि विपरीतदिशि किञ्चन अवमन्दकं बलं, F आरोपितं क्रियते, अर्थात्, द्वयोः दिशोः मध्ये 180° इत्यस्य कोणः निर्मीयते चिन्तयन्तु यत् वस्तु s दूरतायाः विस्थापनानन्तरं स्थगितं भवति। एतादृश-अवस्थायां F द्वारा कृतं कार्यम् ऋणात्मकं मन्यते तथा च एतत् ऋणचिह्नद्वारा निर्दिश्यते। बलेन कृतं कार्यं $F \times (-s)$ अथवा $(-F \times s)$ अस्ति।

यदा बलं विस्थापनस्य दिशः विपरीतदिशि प्रयुज्यते तदा कृतं कार्यम् ऋणात्मकं भवति। यदा बलं विस्थापनस्य दिशि प्रयुज्यते तदा कृतं कार्यं धनात्मकं भवति।

उपर्युक्तविचारविमर्शतः एतत् स्पष्टं भवति यत् केनचित् बलेन कृतं कार्यं धनात्मकम् अथवा ऋणात्मकं द्वयोः मध्ये किञ्चन एकम् एव कार्यं भवितुम् अर्हति। एतत् अवगन्तुम् आगच्छन्तु अधोलिखितं क्रियाकलापं कुर्मः –

क्रियाकलापः _____ 11.4

- किञ्चन वस्तु उपरि उत्तोलयन्तु। भवद्भिः वस्तुनः उपरि प्रयुक्तेन बलेन कार्यं कृतम्। वस्तु उपरि चलति। भवद्भिः प्रयुक्तं बलं विस्थापनस्य दिशि अस्ति। तथापि वस्तुनः उपरि गुरुत्वीयं बलम् अपि कार्यरतम् अस्ति।
- अत्र किं बलं धनात्मकं कार्यं करोति?
- किं बलं ऋणात्मकं कार्यं करोति?
- कारणं वदन्तु।

उदाहरणम् 11.2 कश्चन भारवाहकः 15 kg भारं पृथिवीतः

1.5 m उपरि उत्थाप्य स्वस्य शिरसि स्थापयति। तेन भारे कृतस्य कार्यस्य परिकलनं कुर्वन्तु।

समाधानम्

भारस्य द्रव्यमानम् $m = 15 \text{ kg}$ तथा च

विस्थापनम् $s = 1.5 \text{ m}$

कृतं कार्यं $W = F \times s = mg \times s$

$= 15 \text{ kg} \times 10 \text{ m s}^{-2} \times 1.5 \text{ m}$

$= 225 \text{ kg m s}^{-2} \text{ m}$

$= 225 \text{ N m} = 225 \text{ J}$

भारवाहकद्वारा भारस्य उपरि कृतं कार्यं 225 J अस्ति।

प्रश्नः

1. वयं कदा वदामः यत् कार्यं कृतम् अस्ति?
2. यदा कस्यचित् वस्तुनः उपरि प्रयुज्यमानं बलम् एतस्य विस्थापनस्य दिशि स्यात् तर्हि कृतस्य कार्यस्य व्यञ्जकं लिखन्तु।
3. 1 J कार्यस्य परिभाषां कुर्वन्तु।
4. वृषभयुगलेन कृषिकर्षणसमये कस्मिंश्चित् हले 140 N बलं प्रयुज्यते। कर्षितं क्षेत्रं 15 m दीर्घम् अस्ति। क्षेत्रस्य दीर्घतायाः कर्षणे कियत् कार्यं कृतम् अस्ति?

11.2 ऊर्जा

ऊर्जा विना जीवनं न सम्भवति। ऊर्जायाः आवश्यकता प्रतिदिनं वर्धते। वयम् ऊर्जा कुतः प्राप्नुमः? सूर्यः अस्माकं कृते ऊर्जायाः सर्वाधिकं विशालं प्राकृतिकं स्रोतः अस्ति। अस्माकम् ऊर्जायाः बहूनि स्रोतांसि सूर्यात् एव व्युत्पन्नानि भवन्ति। वयं परमाणूनां नाभिकेभ्यः, पृथिव्याः आन्तरिकभागेभ्यः, तथा च समुद्रतरङ्गोभ्यः अपि ऊर्जां प्राप्तुं शक्नुमः। किं भवन्तः ऊर्जायाः अन्यस्रोतसां विषये चिन्तयितुं शक्नुवन्ति?

क्रियाकलापः _____ 11.5

- ऊर्जायाः कानिचन स्रोतांसि उपरि दत्तानि सन्ति। ऊर्जायाः बहूनि अन्यानि स्रोतांसि अपि सन्ति। तेषां सूचीं निर्मान्तु।
- लघुगणेषु विचारविमर्शं कुर्वन्तु यत् केन प्रकारेण ऊर्जायाः कानिचन स्रोतांसि सूर्यस्य कारणेन सन्ति।
- किम् ऊर्जायाः तादृशानि अपि कानिचन स्रोतांसि सन्ति यानि सूर्यस्य कारणेन न सन्ति?

ऊर्जाशब्दस्य प्रयोगः प्रायः अस्माकं दैनिकजीवने भवति किन्तु विज्ञाने एतस्य कश्चन निश्चितः तथा च परिशुद्धः अर्थः अस्ति। आगच्छन्तु अधोलिखितानाम् उदाहरणानाम् उपरि विचारं कुर्मः यदा तीव्रवेगेन गतिशीलं क्रिकेटक्रीडायाः कन्दुकं स्थिरेण द्वारकेण घट्टितं भवति तर्हि द्वारकं दूरं गत्वा पतति। एतेन एव प्रकारेण यदा वयं किञ्चन वस्तु किञ्चित् निश्चित-उन्नतिपर्यन्तम् उत्तोलयामः तदा तस्मिन् कार्यं कर्तुं क्षमता समाहिता भवति। भवन्तः अवश्यम् एव दृष्टवन्तः स्युः यत् उपरि पर्यन्तम् उत्थापितः मुद्गरः यदा काष्ठस्य कस्यचित् खण्डस्य उपरि स्थापिते कीले प्रहरति तदा सः कीलं काष्ठे प्रणुदति। वयं बालान् क्रीडनकेषु कुञ्चिकां पूरयतः दृष्टवन्तः स्मः तथा च यदा क्रीडनकं कस्मिंश्चित् कुट्टिमे

स्थाप्यते तदा एतत् गतिम् आरभते। यदा कस्मिंश्चित् वागोले वायुं पूरयित्वा सः प्रणुदामः तदा तस्य आकृतौ परिवर्तनम् आगच्छति। किन्तु यदि वयं वागोलम् अधिकबलेन प्रणुदामः तदा एषः विस्फोटकध्वनिं कुर्वन् विदीर्णः भवति। एतेषु सर्वेषु उदाहरणेषु वस्तूनि विभिन्नप्रकारेण कार्यकरणस्य क्षमताम् अर्जयन्ति। यदि कस्मिंश्चित् वस्तुनि कार्यकरणस्य क्षमता अस्ति तर्हि कथ्यते यत् एतस्मिन् ऊर्जा अस्ति। यत् वस्तु कार्यं करोति तस्मिन् ऊर्जायाः हानिः भवति तथा च यस्य वस्तुनः उपरि कार्यं क्रियते तस्मिन् ऊर्जायाः वृद्धिः भवति।

कस्मिंश्चित् वस्तुनि यदि ऊर्जा अस्ति तर्हि एषा कथं कार्यं करोति? किञ्चन वस्तु यस्मिन् ऊर्जा अस्ति तर्हि तत् अन्यस्य वस्तुनः उपरि बलं प्रयोक्तुं शक्नोति। यदा एवं भवति तदा ऊर्जा प्रथमवस्तुनः द्वितीयवस्तुनि स्थानान्तरितं भवति। द्वितीयं वस्तु यतोहि काञ्चित् ऊर्जां गृह्णाति अतः किञ्चित् कार्यं कर्तुं शक्नोति तथा च एतेन प्रकारेण एतत् गतौ आगन्तुं शक्नोति। एतेन प्रकारेण प्रथमवस्तुनि कार्यकरणस्य क्षमता अस्ति। एतस्य अर्थः अभवत् यत् किञ्चन अपि वस्तु यस्मिन् ऊर्जा अस्ति तत् कार्यं कर्तुं शक्नोति।

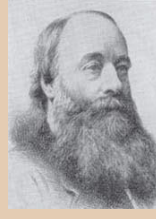
एवं प्रकारेण कस्मिंश्चित् वस्तुनि निहिताम् ऊर्जां तस्य कार्यकरणस्य क्षमताया रूपेण माप्यते। अतः एव ऊर्जायाः मात्रकं तत् एव अस्ति यत् कार्यस्य अस्ति अर्थात् जूल (J)। एकं जूल कार्यकरणस्य कृते आवश्यक-ऊर्जायाः मात्रा 1 J भवति। यदा कदा ऊर्जायाः विशालं मात्रकं किलो जूल (kJ) इत्यस्य उपयोगः क्रियते। 1 kJ, 1000 J इत्यस्य समानं भवति।

11.2.1 ऊर्जायाः रूपम्

सौभाग्यवशात् यस्मिन् संसारे वयं निवसामः तस्मिन् ऊर्जा विभिन्नरूपेण विद्यमाना अस्ति। विभिन्नरूपेषु स्थितिजा ऊर्जा, गतिजा ऊर्जा, ऊष्मीया ऊर्जा, रासायनिकी ऊर्जा, विद्युत् ऊर्जा, तथा च प्रकाश-ऊर्जा च सम्मिलिताः सन्ति। कस्यचित् वस्तुनः स्थितिजायाः अथवा गतिजायाः ऊर्जायाः योगः वस्तुनः यान्त्रिकी ऊर्जा कथ्यते।

एतत् चिन्तयन्तु!

भवन्तः कथं ज्ञास्यन्ति यत् काचित् सत्ता (वस्तु यस्य अस्तित्वम् अस्ति) ऊर्जायाः रूपम् अस्ति। स्वस्य मित्रैः सह तथा च अध्यापकैः सह



विचारविमर्शं जेम्स प्रेसकॉट जूलकुर्वन्तु। जेम्स प्रेसकॉट जूलः कश्चित् प्रतिभाशाली ब्रिटिशभौतिकविज्ञानी (1818 – 1889)

आसीत्। सः स्वस्य विद्युतः तथा च ऊष्मागतिक्याः अनुसन्धानानां कृते विशेषरूपेण प्रसिद्धः अभवत्।

अन्यविचारान् अतिरिच्य सः विद्युतः ऊष्मीयप्रभावस्य विषये नियमं कृतवान्। सः ऊर्जायाः संरक्षणनियमं प्रयोगात्मकरूपेण सत्यापितवान् तथा च ऊष्मायाः यान्त्रिकतुल्याङ्कमानस्य अन्वेषणं कृतवान्। ऊर्जायाः तथा च कार्यस्य मात्रकस्य नाम जूल तस्य एव सम्माने स्थापितम् अस्ति।

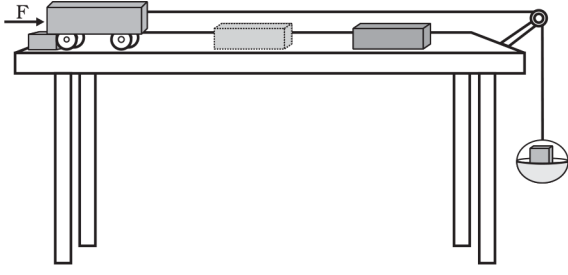
11.2.2 गतिजा ऊर्जा

क्रियाकलापः 11.6

- किञ्चन भारयुक्तं कन्दुकं स्वीकुर्वन्तु। एतत् वालुकायाः स्थूलस्तरे पातयन्तु। आर्द्रवालुकायाः स्तरः सम्यक् कार्यं करिष्यति। कन्दुकं वालुकायां प्रायः 25 cm इत्यस्य उन्नततायाः पातयन्तु। कन्दुकं वालुकायां कञ्चन गर्तं निर्माति।
- एतं क्रियाकलापं 50 cm, 1 m तथा च 1.5 m इत्यस्य उन्नततायाः कन्दुकं पातयित्वा आवर्तयन्तु।
- सुनिश्चितं कुर्वन्तु यत् सर्वे अपि गर्ताः सुस्पष्टतया दृश्यन्ते।
- कन्दुकपातनस्य उन्नततायाः अनुसारं सर्वेषु गर्तेषु चिह्नं स्थापयन्तु।
- तेषां गभीरतायाः तुलनां कुर्वन्तु।
- एतेषु कः गर्तः सर्वाधिकः गभीरः अस्ति।
- कः गर्तः सर्वाधिकः गाढः अस्ति। एवं किमर्थम् अस्ति?
- कन्दुकं केन कारणेन गभीरं गर्तम् निर्मितवत्?
- विचारविमर्शं कुर्वन्तु तथा च विश्लेषणं कुर्वन्तु।

क्रियाकलापः 11.7

- 11.5 चित्रस्य अनुसारं उपकरणं सज्जितं कुर्वन्तु।
- कस्यचित् ज्ञातस्य द्रव्यमानस्य काष्ठस्य गुटिकां शकटस्य पुरतः कस्याञ्चित् सुविधाजनकनिश्चितदूरतायां स्थापयन्तु।
- भ्राष्ट्रे किञ्चन ज्ञातं द्रव्यमानं स्थापयन्तु येन शकटः गतिमान् भवेत्।
- शकटः अग्रतः चलति तथा च काष्ठस्य गुटिकया सह घट्टितः भवति।



चित्रम् 11.5

- उत्पीठिकायां किञ्चन अवरोधकं तथा स्थापयन्तु यथा गुटिकाया सह घट्टनानन्तरं शकटः तत्रैव स्थगितः भवेत्। गुटिका विस्थापिता भवति।
- गुटिकायाः विस्थापनस्य मापनं कुर्वन्तु। एतस्य अर्थः अभवत् यत् यदैव गुटिकाया ऊर्जा गृहीता तदैव शकटेन
- गुटिकायाः उपरि कार्यं कृतम्।
- एषा ऊर्जा कुतः आगता?
- भ्राष्ट्रे स्थापितं द्रव्यमानं वर्धयित्वा एतं प्रयोगं पुनरावर्तयन्तु।
- कस्याम् अवस्थायां विस्थापनम् अधिकम् अस्ति?
- कस्याम् अवस्थायां कृतं कार्यम् अधिकं भविष्यति?
- एतस्मिन् क्रियाकलापे गतिशीलः शकटः कार्यं करोति अतः एतस्मिन् ऊर्जा विद्यमाना अस्ति।

किञ्चन चलत् वस्तु कार्यं कर्तुं शक्नोति। किञ्चन वेगेन चलत् वस्तु स्वसदृशम् अपेक्षाकृतं शनैः चलतः वस्तुनः अपेक्षया अधिकं कार्यं कर्तुं शक्नोति। काचित् गतिशीला गुलिका, प्रवहन् वायुः, भ्रमत् चक्रम्, कश्चन गतिशीलः पाषाणः, एते सर्वे अपि कार्यं कर्तुं शक्नुवन्ति। गुलिका कथं लक्ष्यस्य भेदं करोति? प्रवहन् वायुः वातपेषण्याः पक्षान् कथं भ्रामयितुं शक्नोति। गतिशीलवस्तुषु ऊर्जा भवति।

पतत् नारिकेलम्, गतिशीलं कारयानम्, विलुण्ठन् पाषाणः, डयमानं विमानम्, प्रवहत् जलम्, प्रवहन् वायुः, धावन् क्रीडकः, इत्यादिषु सर्वेषु अपि गतिजा ऊर्जा विद्यमाना अस्ति। संक्षेपेण कस्मिंश्चित् वस्तुनि तस्य गतेः कारणेन निहिता ऊर्जा गतिजा ऊर्जा कथ्यते।

कस्मिंश्चित् गतिशीले वस्तुनि तस्य गतेः कारणेन कियती ऊर्जा निहिता भवति? परिभाषायाः अनुसारं वयं वक्तुं शक्नुमः यत् केनचित् निश्चितवेगेन गतिशीलस्य वस्तुनः गतिजा ऊर्जा तस्मिन् वस्तुनि एतं वेगं प्राप्तुं कृतस्य कार्यस्य समाना अस्ति।

आगच्छन्तु इदानीं कस्यचित् वस्तुनः गतिजाम् ऊर्जां समीकरणरूपेण व्यक्तीकुर्मः। चिन्तयन्तु m द्रव्यमानस्य किञ्चन वस्तु समानवेगेन u इत्यनेन गतिशीलम् अस्ति। इदानीं चिन्तयन्तु यदा एतस्य उपरि किञ्चन नियतं बलं F विस्थापनस्य दिशि प्रयुज्यते तदा वस्तु s इत्यस्य दूरतापर्यन्तं विस्थापितं भवति। (11.1) समीकरणात् कृतं कार्यं W , F s इत्यस्य समानम् अस्ति। वस्तुनः उपरि कृतस्य कार्यस्य कारणेन एतस्य वेगे परिवर्तनं भविष्यति। चिन्तयन्तु यत् एतस्य वेगः u तः v भवति। चिन्तयन्तु उत्पन्नत्वरणस्य मानं a अस्ति।

8.5 अनुभागे वयं गतेः त्रयाणां समीकरणानां विषये अध्ययनं कृतवन्तः। एकसमानात् a त्वरणात् गतिशीलस्य कस्यचित् वस्तुनः प्रारम्भिकः वेगः (u), अन्तिमः वेगः (v) तथा च विस्थापनस्य s इत्यस्य मध्ये अधोलिखितः सम्बन्धः अस्ति।

$$v^2 - u^2 = 2 a s. \quad (8.7)$$

अथवा

$$s = \frac{v^2 - u^2}{2a} \quad (11.2)$$

9.4 अनुभागात् अस्माभिः ज्ञायते यत् $F = m a$ । एवं प्रकारेण (11.2) समीकरणं (11.1) समीकरणे स्थापनेन वयं F बलेन कृतं कार्यं लेखितुं शक्नुमः।

$$W = m a \times \frac{v^2 - u^2}{2a}$$

अथवा

$$W = \frac{1}{2} m (v^2 - u^2) \quad (11.3)$$

यदि वस्तुनः गतिः स्वविरामावस्थातः प्रारभ्यते अर्थात् $u = 0$, तर्हि

$$W = \frac{1}{2} m v^2 \quad (11.4)$$

एतत् स्पष्टम् अस्ति यत् कृतं कार्यं वस्तुनः गतिज-ऊर्जायां परिवर्तनस्य समानम् अस्ति।

यदि $u = 0$, कृतं कार्यं भविष्यति $\frac{1}{2} m v^2$ ।

अतः m द्रव्यमानस्य तथा च एकसमानवेगस्य u द्वारा गतिशीलवस्तुनः गतिज-ऊर्जायाः मानम्

$$E_k = \frac{1}{2} m v^2 \quad (11.5)$$

उदाहरणम् 11.3 15 kg द्रव्यमानस्य किञ्चन वस्तु 4 m s⁻¹ इत्यस्य वेगेन गतिशीलम् अस्ति। वस्तुनः गतिजा ऊर्जा कियती भविष्यति?

समाधानम्

वस्तुनः द्रव्यमानम् $m = 15 \text{ kg}$

वस्तुनः वेगः $v = 4 \text{ m s}^{-1}$

(11.5) समीकरणात्

$$\begin{aligned} E_k &= \frac{1}{2} mv^2 \\ &= \frac{1}{2} \times 15 \text{ kg} \times 4 \text{ m s}^{-1} \times 4 \text{ m s}^{-1} \\ &= 120 \text{ J} \end{aligned}$$

उदाहरणम् 11.4 यदि कस्यचित् कारयानस्य द्रव्यमानं 1500 kg अस्ति तर्हि तस्य वेगेन 30 km h⁻¹ तः 60 km h⁻¹ पर्यन्तं वर्धने कियत् करणीयं भविष्यति?

समाधानम्

कारयानस्य द्रव्यमानम् $m = 1500 \text{ kg}$

कारयानस्य प्रारम्भिकः वेगः $u = 30 \text{ km h}^{-1}$

$$\begin{aligned} &= \frac{30 \times 1000 \text{ m}}{60 \times 60 \text{ s}} \\ &= 8.33 \text{ m s}^{-1} \end{aligned}$$

एतेन एव प्रकारेण कारयानस्य अन्तिमः वेगः

$$v = 60 \text{ km h}^{-1} = 16.67 \text{ m s}^{-1}$$

अतः कारयानस्य प्रारम्भिकगतिजा ऊर्जा

$$\begin{aligned} E_{ki} &= \frac{1}{2} m u^2 \\ &= \frac{1}{2} \times 1500 \text{ kg} \times (8.33 \text{ m s}^{-1})^2 \\ &= 52041.68 \text{ J} \end{aligned}$$

एतेन एव प्रकारेण कारयानस्य अन्तिमगतिजा ऊर्जा

$$\begin{aligned} E_{kf} &= \frac{1}{2} \times 1500 \text{ kg} \times (16.67 \text{ m s}^{-1})^2 \\ &= 208416.68 \text{ J} \end{aligned}$$

अतः कृतं कार्यम् = गतिज-ऊर्जायां परिवर्तनम्

$$\begin{aligned} &= E_{kf} - E_{ki} \\ &= 156375 \text{ J} \end{aligned}$$

प्रश्नः

1. कस्यचित् वस्तुनः गतिजा ऊर्जा का भवति?
2. कस्यचित् वस्तुनः गतिज-ऊर्जायाः कृते व्यञ्जकं लिखन्तु।
3. 5 m s⁻¹ इत्यस्य वेगेन गतिशीलस्य कस्यचित् m द्रव्यमानस्य वस्तुनः गतिजा ऊर्जा 25 J अस्ति। यदि एतस्य वेगं द्विगुणितं कुर्मः तर्हि एतस्य गतिजा ऊर्जा कियती भविष्यति? यदि एतस्य वेगं त्रिगुणितं कुर्मः तर्हि एतस्य गतिजा ऊर्जा कियती भविष्यति?

11.2.3 स्थितिजा ऊर्जा

क्रियाकलापः 11.8

- किञ्चन घृषिनिबन्धनं स्वीकुर्वन्तु।
- एतस्य एकं शीर्षं गृहीत्वा द्वितीयशीर्षात् कर्षन्तु। निबन्धने विस्तारः आगच्छति।
- निबन्धनस्य एकं शीर्षं त्यजन्तु।
- किं भवति?
- निबन्धनं स्वस्य प्रारम्भिकदीर्घतां प्राप्तुं प्रयत्नं करिष्यति। स्पष्टम् अस्ति यत् निबन्धनं स्वस्य विस्तृत-अवस्थायां किञ्चित् ऊर्जाम् उपार्जितवत् अस्ति।
- कर्षणेन एतत् ऊर्जा केन प्रकारेण उपार्जयति?

क्रियाकलापः 11.9

- किञ्चन स्लिंगी स्वीकुर्वन्तु।
- अधोलिखिते चित्रे दर्शितानुसारं स्वमित्रम् एतस्य एकं शीर्षं ग्रहीतुं वदन्तु। भवन्तः द्वितीयं शीर्षं गृह्णन्तु तथा च स्वस्य मित्रं दूरं गन्तुं वदन्तु।



- इदानीं भवन्तः स्लिंगी त्यजन्तु।
- किं भवति?
- कर्षणेन स्लिंगी केन प्रकारेण ऊर्जाम् उपार्जयति?
- किं सम्पीडितकरणेन अपि स्लिंगी ऊर्जाम् उपार्जयिष्यति?

क्रियाकलापः 11.10

- किञ्चन क्रीडनकं स्वीकुर्वन्तु तत्र कुञ्चिकां पूरयन्तु।
- कारयानं पृथिव्यां स्थापयन्तु।

- किम् एतत् चलति?
- एतत् कुतः ऊर्जाम् उपार्जितवत्?
- किम् उपार्जिता ऊर्जा कुञ्चिकया पूर्णस्य आवरणस्य संख्यायाः उपरि निर्भरा अस्ति?
- भवन्तः एतस्य परिशीलनं कथं कर्तुं शक्नुवन्ति?

क्रियाकलापः 11.11

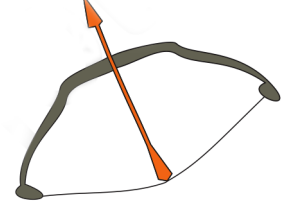
- किञ्चन वस्तु निश्चित-उन्नततापर्यन्तम् उत्तोलयन्तु।
- वस्तु इदानीं कार्यं कर्तुं शक्नोति। त्यागेन एतत् अधः पतनम्
- आरभते। एतस्य अर्थः अस्ति यत् एतत् किञ्चित् ऊर्जाम् उपार्जितवत्।
- अधिकम् उपरि उत्तोलनेन एतत् अधिकं कार्यं कर्तुं शक्नोति तथा च एतेन प्रकारेण एतस्मिन् अधिका ऊर्जा विद्यमाना भवति।
- एतत् कुतः ऊर्जा प्राप्नोति? चिन्तयन्तु तथा च विमर्शं कुर्वन्तु।

उपर्युक्तासु परिस्थितिषु वस्तुनः उपरि कृतस्य कार्यस्य कारणेन एतस्मिन् ऊर्जा सञ्चिता भवति। किञ्चन वस्तु स्थानान्तरितं कृतवती ऊर्जा एतस्मिन् स्थितिज-ऊर्जारूपेण सञ्चिता भवति यदि एषा वस्तुनः गतौ तथा च वेगे परिवर्तनं कर्तुम् उपयोगे न आनीयते।

यदा भवन्तः किञ्चन घृषिनिबन्धनं कर्षन्ति तदा भवन्तः काञ्चित् ऊर्जा स्थानान्तरितां कुर्वन्ति। निबन्धने स्थानान्तरिता ऊर्जा अत्र स्थितिज-ऊर्जारूपेण सञ्चिता भवति। केनचित् वस्तुना एतस्याः स्थितौ अथवा विन्यासे परिवर्तनकारणेन प्राप्ता ऊर्जा स्थितिजा ऊर्जा कथ्यते।

क्रियाकलापः 11.12

- वंशस्य काञ्चित् यष्टिं स्वीकुर्वन्तु तथा च एतया 11.6 चित्रे दर्शितानुसारं किञ्चन धनुः निर्मान्तु।
 - केनचित् भाररहितदण्डेन बाणं निर्मान्तु।
 - बाणस्य एकं शीर्षं धनुषः कर्षितरज्ज्वाः उपरि स्थापयन्तु।
 - इदानीं रज्जुं कर्षन्तु तथा च बाणं त्यजन्तु।
 - बाणं धनुषः दूरं गच्छन्तं पश्यन्तु।
 - धनुषः आकृतौ परिवर्तनस्य उपरि अवधानं कुर्वन्तु।
- धनुषः आकृतौ परिवर्तनस्य कारणेन तस्मिन् सञ्चिता स्थितिजा ऊर्जा बाणाय गतिजाम् ऊर्जां प्रददाति येन बाणः गतिशीलः भूत्वा दूरं गत्वा पतति।



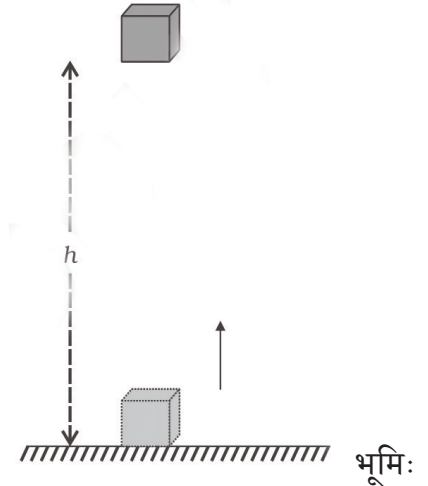
चित्रम् 11.6 धनुषः कर्षितरज्ज्वाः उपरि स्थापितः बाणः

11.2.4 कस्याञ्चित् उन्नततायां वस्तुनः स्थितिजा ऊर्जा

वस्तुनः किञ्चित् उपरि पर्यन्तम् उत्तोलने तस्य ऊर्जायां वृद्धिः भवति। एतस्य कारणम् अस्ति यत् एतस्य उपरि उत्तोलने एतस्य उपरि गुरुत्वबलस्य विरुद्धं कार्यं क्रियते। एतादृशे वस्तुनि विद्यमाना ऊर्जा तस्य गुरुत्वीयस्थितिजा ऊर्जा अस्ति।

पृथिवीतः उपरि कस्मिंश्चित् बिन्दौ कस्यचित् वस्तुनः गुरुत्वीयस्थितिज-ऊर्जायाः, वस्तुनः पृथिवीतः तं बिन्दुं यावत् उत्तोलने गुरुत्वीयबलस्य विरोधे कृतेन कार्येण परिभाषां कुर्मः।

कस्याञ्चित् उन्नततायां कस्यचित् वस्तुनः गुरुत्वीयस्थितिज-ऊर्जायाः व्यञ्जकस्य ज्ञानं सरलम् अस्ति।



चित्रम् 11.7

कस्यचित् m द्रव्यमानस्य वस्तुनः विषये विचारं कुर्वन्तु। चिन्तयन्तु एतत् पृथिवीतः h उन्नततापर्यन्तम् उपरि उत्तोल्यते। एवं कर्तुं कस्यचित् बलस्य आवश्यकता भवति। वस्तु उत्थापयितुम् आवश्यकं न्यूनतमबलं वस्तुनः भारस्य समानम् अर्थात् mg अस्ति। वस्तुनि एतस्य उपरि कृतस्य कार्यस्य समाना ऊर्जा उपार्जिता भविष्यति। चिन्तयन्तु यत्

वस्तुनः उपरि गुरुत्वीयबलस्य विरुद्धं कृतं कार्यं W अस्ति।
तदा, कृतं कार्यं $W = \text{बलम्} \times \text{विस्थापनम्}$
 $= mg \times h$
 $= mgh$

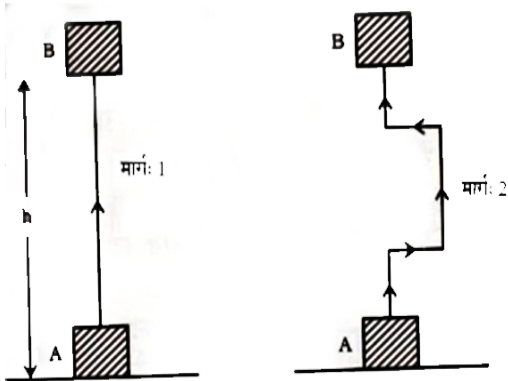
यतोहि वस्तुनः उपरि कृतं कार्यं mgh इत्यस्य समानम् अस्ति। अतः वस्तु mgh इत्यस्य घटकस्य समाना ऊर्जा उपार्जिता भविष्यति। एषा स्थितिजा ऊर्जा (E_p) अस्ति।

$$E_p = mgh \quad (11.6)$$

एतत् अपि जानन्तु

वस्तुनः कस्याञ्चित् उन्नततायां स्थितिजा ऊर्जा भूमितलस्य उपरि अथवा भवद्भिः चितस्य शून्यतलस्य उपरि निर्भरा अस्ति। कस्यचित् वस्तुनः कृते प्रदत्तायाः स्थितेः कृते कस्यचित् तलस्य सापेक्षं स्थितिज-ऊर्जायाः किञ्चन विशिष्टं मानं भवितुम् अर्हति तथा च कस्यचित् अन्यतलस्य सापेक्षं स्थितिज-ऊर्जायाः किञ्चन विशिष्टं मानं भवितुम् अर्हति।

ध्यातव्यः विषयः एषः अस्ति यत् गुरुत्वीयबलेन कृतं कार्यं वस्तुनः प्रारम्भिकीणां तथा च अन्तिमस्थितीनाम् ऊर्ध्वाधर-उन्नततायाः भेदे निर्भरम् अस्ति न तु तस्मिन् मार्गे यस्मिन् वस्तुना गतिः कृता अस्ति। 11.8 चित्रे एतादृशी स्थितिः प्रदर्शिता अस्ति यत्र काचित् गुटिका A स्थितिः B स्थितिपर्यन्तं द्वाभ्यां विभिन्नमार्गाभ्यां प्रापितम् अस्ति। चिन्तयन्तु $AB = h$ । द्वयोः एव स्थित्योः वस्तुनः उपरि कृतं कार्यं mgh अस्ति।



चित्रम् 11.8

उदाहरणम् 11.5 10 kg द्रव्यमानस्य किञ्चन वस्तु पृथिवीतः 6 m उपरि पर्यन्तम् उत्थापितम् अस्ति। एतस्मिन् वस्तुनि विद्यमान-ऊर्जायाः परिकलनं कुर्वन्तु। g इत्यस्य मानं 9.8 m s^{-2} अस्ति।

समाधानम्

वस्तुनः द्रव्यमानं $m = 10 \text{ kg}$,
विस्थापनम् (उन्नतता) $h = 6 \text{ m}$ तथा च
गुरुत्वीयं त्वरणम् $g = 9.8 \text{ m s}^{-2}$

(11.6) समीकरणात्

स्थितिजा ऊर्जा $= mgh$

$$= 10 \text{ kg} \times 9.8 \text{ m s}^{-2} \times 6 \text{ m}$$

$$= 588 \text{ J.}$$

स्थितिजा ऊर्जा 588 J अस्ति।

उदाहरणम् 11.6 12 kg द्रव्यमानस्य किञ्चन वस्तु पृथिवीतः निश्चित-उन्नततायां स्थितम् अस्ति। यदि वस्तुनः स्थितिजा ऊर्जा 480 J अस्ति तर्हि वस्तुनः पृथिव्याः सापेक्षम् उन्नततां जानन्तु। प्रदत्तम् अस्ति यत् परिकलने सरलातार्थं g इत्यस्य मानं 10 m s^{-2} स्वीकुर्वन्तु।

समाधानम्

वस्तुनः द्रव्यमानं $m = 12 \text{ kg}$
स्थितिजा ऊर्जा $E_p = 480 \text{ J}$.

$$E_p = mgh$$

$$480 \text{ J} = 12 \text{ kg} \times 10 \text{ m s}^{-2} \times h$$

$$h = \frac{480 \text{ J}}{120 \text{ kg m s}^{-2}}$$

$$= 4 \text{ m}$$

वस्तु 4 m इत्यस्य उन्नततायां स्थितम् अस्ति।

11.2.5 किम् ऊर्जायाः विभिन्नानि रूपाणि परस्परं परिवर्तनीयानि सन्ति?

किं वयम् ऊर्जायाः एकस्मात् रूपात् द्वितीये रूपे रूपान्तरणं कर्तुं शक्नुमः? प्रकृतौ अस्माभिः ऊर्जरूपान्तरणस्य बहूनि उदाहरणानि द्रष्टुं लभ्यन्ते।

क्रियाकलाप: 11.13

- लघु समूहे उपविशन्तु।
प्रकृतौ ऊर्जारूपान्तरणस्य विभिन्नविधीनाम् उपरि विचारं कुर्वन्तु।
- स्वसमूहे अधोलिखितप्रश्नानां विषये विचारविमर्शं कुर्वन्तु –
(i) हरिताः पादपाः भोजनं कथं निर्मान्ति?
(ii) ते कुतः ऊर्जां प्राप्नुवन्ति?
(iii) वायुः एकस्मात् स्थानात् स्थानान्तरं प्रति किमर्थं वाति?
(iv) अङ्गारः तथा च पृथिवीपार्वतकसदृशम् ईन्धनं कथं निर्मितम्?
(v) कीदृशम् ऊर्जारूपान्तरणं जलचक्रं संरक्षितं स्थापयति?

क्रियाकलाप: 11.14

- मानवानां बहुभिः क्रियाकलापैः तथा च अस्मद्द्वारा
- उपयुज्यमानेषु यन्त्रेषु ऊर्जारूपान्तरणं सम्मिलितम् अस्ति।
- एवं प्रकारेण क्रियाकलापानां तथा च यन्त्राणां सूचीं निर्मान्तु।
- प्रत्येकं क्रियाकलापे अथवा यन्त्रे परिचिन्वन्तु यत् कीदृशम् ऊर्जारूपान्तरणं भवति।

11.2.6 ऊर्जासंरक्षणस्य नियमः

11.13 तथा च 11.14 क्रियाकलापे वयं पठितवन्तः यत् ऊर्जा एकस्मात् रूपात् द्वितीये रूपे परिवर्तितुं शक्नोति। एतस्यां प्रक्रियायां निकायस्य समस्त-ऊर्जायाः किम् अभवत्? ऊर्जारूपान्तरणस्य अवस्थायां निकायस्य समस्ता ऊर्जा अपरिवर्तिता भवति। एतत् ऊर्जासंरक्षणनियमस्य अनुसारम् अस्ति। एतस्य नियमस्य अनुसारम् ऊर्जा केवलम् एकस्मात् रूपात् द्वितीये रूपे रूपान्तरिता भवितुम् अर्हति, न तु एतस्याः उत्पत्तिः कर्तुं शक्यते नैव च विनाशः। रूपान्तरणात् पूर्वं तथा च पश्चात् सर्वा अपि ऊर्जा अचरा तिष्ठति। ऊर्जासंरक्षणस्य नियमः प्रत्येकं स्थितौ तथा च सर्वविधरूपान्तरणेषु मान्यम् अस्ति।

कस्यचित् सरल-उदाहरणस्य विषये विचारं कुर्वन्तु। चिन्तयन्तु m द्रव्यमानस्य किञ्चन वस्तु h उन्नततातः स्वतन्त्ररूपेण पात्यते। प्रारम्भे स्थितिजा ऊर्जा mgh अस्ति तथा च गतिजा ऊर्जा शून्या अस्ति। गतिजा ऊर्जा शून्या किमर्थम् अस्ति? एषा शून्या अस्ति यतोहि एतस्याः प्रारम्भिकः वेगः शून्यः अस्ति। एतेन प्रकारेण वस्तुनः समस्ता ऊर्जा mgh अस्ति। यदा एतत् वस्तु पतति तदा एतस्य स्थितिजा ऊर्जा गतिज-ऊर्जायां परिवर्तिता

भविष्यति। यदि कस्मिंश्चित् प्रदत्ते क्षणे वस्तुनः वेगः v अस्ति तर्हि गतिजा ऊर्जा $\frac{1}{2} mv^2$ भविष्यति। वस्तु यथा यथा अधः पतति तथा तथा एतस्य स्थितिजा ऊर्जा न्यूना भवति तथा च गतिजा ऊर्जा वर्धते। यदा वस्तु पृथिवीं प्राप्नोति तदा $h = 0$ भविष्यति तथा च एतस्याम् अवस्थायां वस्तुनः अन्तिमः वेगः अधिकतमं v भविष्यति। अतः इदानीं गतिजा ऊर्जा अधिकतमा तथा च स्थितिजा ऊर्जा न्यूनतमा भविष्यति। तथापि सर्वेषाम् अपि बिन्दूनाम् उपरि वस्तुनः स्थितिज-ऊर्जायाः तथा च गतिज-ऊर्जायाः योगः समानः तिष्ठति। अर्थात्,

स्थितिजा ऊर्जा + गतिजा ऊर्जा = अचरा

$$\text{अथवा } mgh + \frac{1}{2} m v^2 = \text{अचरा} \quad (11.7)$$

कस्यचित् वस्तुनः गतिजायाः ऊर्जायाः तथा च स्थिताजायाः ऊर्जायाः योगः तस्य समस्तयान्त्रिकी ऊर्जा अस्ति।

वयं पश्यामः यत् कस्यचित् पिण्डस्य मुक्तरूपेण पतनसमये एतस्य मार्गे कस्यचित् बिन्दोः उपरि स्थितिज-ऊर्जायां यावती न्यूनता भवति गतिज-ऊर्जायां तावती एव वृद्धिः भवति। (अत्र पिण्डस्य गतेः उपरि वायोः प्रतिरोधस्य प्रभावादीनाम् उपेक्षा कृता अस्ति।) एवं प्रकारेण गुरुत्वीयस्थितिज-ऊर्जायाः गतिज-ऊर्जायां निरन्तरं रूपान्तरणं भवति।

क्रियाकलाप: 11.15

- 20 kg द्रव्यमानस्य किञ्चन पिण्डं 4 m इत्यस्य उन्नततातः मुक्तरूपेण पात्यते। अधोलिखितसारण्याः अनुसारं प्रत्येकं स्थितौ स्थितिज-ऊर्जायाः तथा च गतिज-ऊर्जायाः गणनां कृत्वा सारण्यां रिक्तं स्थानं पूरयन्तु।

उन्नतता यत्र पिण्डं स्थितम् अस्ति	स्थितिजा ऊर्जा ($E_p = mgh$)	गतिजा ऊर्जा ($E_k = mv^2/2$)	$E_p + E_k$
m	J	J	J
4			
3			
2			
1			
भूमितः साक्षात् उपरि			

- परिकल्पने सुविधायाः कृते g इत्यस्य मानं 10 m s^{-2} स्वीकुर्वन्तु।

विचारं कुर्वन्तु!

यदि प्रकृतौ ऊर्जारूपान्तरणं न सम्भवेत् तर्हि किं भवेत्? कस्यचित् विचारस्य अनुसारम् ऊर्जारूपान्तरणं विना जीवनं सम्भवं न अभविष्यत् किं भवन्तः एतेन सहमताः सन्ति?

11.3 कार्यकरणस्य अनुपातः

किं वयं सर्वे समान-अनुपातेन कार्यं कुर्मः? किं यन्त्राणि ऊर्जायाः उपयोगं तथा च रूपान्तरणं समान-अनुपातेन कुर्वन्ति? अभिकर्तारः ये ऊर्जारूपान्तरणं कुर्वन्ति ते विभिन्न-अनुपातेन कार्यं कुर्वन्ति। आगच्छन्तु एतत् अधोलिखितक्रियाकलापेन अवगच्छामः।

क्रियाकलापः 11.16

- द्वौ बालौ 'क' तथा च 'ख' चिन्तयन्तु द्वयोः द्रव्यमानं समानम् अस्ति। द्वौ अपि रज्ज्वां भिन्नं भिन्नम् आरोहतः। द्वौ अपि 8 m उन्नततां प्राप्नुतः। चिन्तयन्तु एतत् कार्यं कर्तुं क 15 s समयं स्वीकरोति तथा च ख 20 s समयं स्वीकरोति।
- प्रत्येकं बालेन कृतं कार्यं कियत् अस्ति?
- कृतं कार्यं समानम् अस्ति। तथापि क कार्यं कर्तुं ख अपेक्षया न्यूनं समयं स्वीकृतवान्।
- कः बालः प्रदत्ते समये, चिन्तयन्तु 1 s मध्ये अधिकं कार्यं कृतवान्?

कश्चित् शक्तिशाली जनः किञ्चन दत्तं कार्यम् अपेक्षाकृते न्यूनं समये पूर्णं कर्तुं शक्नोति। अधिकं शक्तिशालि वाहनं न्यूनशक्तिशालिवाहनस्य अपेक्षया अस्मान् काञ्चित् यात्रां न्यूनसमये पूर्णं कारयितुं शक्नोति। वयं बाइकयानस्य तथा च कारयानस्य सदृशयन्त्राणां शक्तिविषये वार्तां कुर्मः। एतेषां वाहनानां वर्गीकरणस्य आधारः एषः अस्ति यत् कियता वेगेन ऊर्जापरिवर्तनम् अथवा कार्यं कुर्वन्ति। शक्तिः कृतस्य कार्यस्य मापनं करोति अर्थात् कार्यं कियत् शीघ्रम् अथवा मन्दं कृतम् अस्ति। शक्तेः परिभाषा एवम् प्रकारेण अस्ति – कार्यकरणस्य अनुपातः अथवा ऊर्जारूपान्तरणस्य अनुपातः शक्तिः कथ्यते। यदि कश्चित् अभिकर्ता t समये w कार्यं करोति तर्हि शक्तेः मानं भविष्यति –

शक्तिः = कार्य/समयः

$$\text{अथवा } P = \frac{W}{t} \quad (11.8)$$

शक्तेः मात्रकं वाट अस्ति तथा च एतस्य प्रतीकं W अस्ति। (एतत् मात्रकं जेम्सवाटस्य (1736 – 1819) सम्माने स्थापितम् अस्ति।) एकं वाट तस्य अभिकर्तुः शक्तिः अस्ति यत् 1 s मध्ये एकजूलस्य कार्यं करोति। वयम् एतत् अपि वक्तुं शक्नुमः यत् यदि ऊर्जायाः उपयोगस्य अनुपातः 1 J s^{-1} स्यात् तर्हि 1 W भविष्यति।

1 वाट = 1 जूल/क्षणः अथवा $1 \text{ W} = 1 \text{ J s}^{-1}$
वयम् ऊर्जास्थानान्तरणस्य उच्च-अनुपातान् किलोवाट (kw) मध्ये व्यक्तीकुर्मः

$$1 \text{ किलोवाट} = 1000 \text{ वाट}$$

$$1 \text{ kw} = 1000 \text{ W अथवा } 1000 \text{ J s}^{-1}$$

कस्यचित् अभिकर्तुः शक्तिः समयेन सह परिवर्तते। एतस्य अर्थः अस्ति यत् अभिकर्ता विभिन्ने समयान्तराले विभिन्नेन अनुपातेन कार्यं कर्तुं शक्नोति। अतः एव सामान्यशक्तेः अवधारणा लाभप्रदा अस्ति। सामान्यशक्तिं वयं समस्त-उपयुक्त-ऊर्जा समस्तस्वीकृतेन समयेन विभज्य प्राप्तुं शक्नुमः।

उदाहरणम् 11.7 द्वे बालिके ययोः प्रत्येकं बालिकायाः

भारः 400 N अस्ति कस्याञ्चित् रज्ज्वां 8 m इत्यस्य उन्नततापर्यन्तम् आरोहतः। वयम् एकस्याः बालिकायाः नाम 'क' कुर्मः तथा च द्वितीयायाः नाम 'ख' कुर्मः। एतस्य कार्यस्य पूरणे 'क' बालिका 20 s समयं स्वीकरोति किन्तु 'ख' बालिका 50 s समयं स्वीकरोति। प्रत्येकं बालिकया व्ययीकृतायाः शक्तेः परिकलनं कुर्वन्तु।

समाधानम्

(i) बालिकया व्ययीकृता शक्तिः –

बालिकायाः भारः $mg = 400 \text{ N}$

विस्थापनम् (उन्नतता) $h = 8 \text{ m}$

स्वीकृतः समयः $t = 20 \text{ s}$

(11.8) समीकरणात्

शक्तिः $p = \text{कृतं कार्यम्/स्वीकृतः समयः}$

$$= \frac{mgh}{t}$$

$$= \frac{400 \text{ N} \times 8 \text{ m}}{20 \text{ s}}$$

$$= 160 \text{ W}$$

(ii) बालिकाया व्ययीकृता शक्ति:

बालिकाया: भार: $mg = 400 \text{ N}$

विस्थापनम् (उन्नतता) $h = 8 \text{ m}$

स्वीकृत: समय: $t = 50 \text{ s}$

$$\text{शक्ति: } p = \frac{mgh}{t}$$

$$= \frac{400 \text{ N} \times 8 \text{ m}}{50 \text{ s}}$$

$$= 64 \text{ W}$$

क बालिकाया व्ययीकृता शक्ति: 160 W अस्ति
तथा च ख बालिकाया व्ययीकृता शक्ति: 64 W अस्ति।

उदाहरणम् 11.8 50 kg द्रव्यमानस्य कश्चन बालकः कस्मिंश्चित् सोपाने धावित्वा 45 सोपानानि 9 s मध्ये आरोहति। यदि प्रत्येकं सोपानस्य उन्नतता 15 cm स्यात् तर्हि तस्य शक्तेः परिकलनं कुर्वन्तु। g इत्यस्य मानं 10 m s^{-2} स्वीकुर्वन्तु।

समाधानम्

बालकस्य भारः

$$mg = 50 \text{ kg} \times 10 \text{ m s}^{-2} = 500 \text{ N}$$

45 सोपानानां समस्त-उन्नतता

$$h = 45 \times 15/100 \text{ m} = 6.75$$

आरोहणे स्वीकृतः समस्तसमयः $t = 9 \text{ s}$

(11.8) समीकरणात्

शक्ति: $p = \text{कृतं कार्यं/स्वीकृतः समयः}$

$$= \frac{mgh}{t}$$

$$= \frac{500 \text{ N} \times 6.75 \text{ m}}{9 \text{ s}}$$

$$= 375 \text{ W}$$

बालकस्य शक्ति: 375 W अस्ति।

प्रश्नः

1. शक्ति: का अस्ति?
2. 1 वाट शक्तेः परिभाषां कुर्वन्तु।
3. कश्चित् दीपः 1000 J विद्युत्-ऊर्जां 10 s मध्ये व्ययीकरोति। एतस्य शक्तिः कियती अस्ति?
4. सामान्यशक्तेः परिभाषां कुर्वन्तु।

11.3.1 ऊर्जायाः व्यावसायिकं मात्रकम्

जूल ऊर्जायाः अतीव लघु मात्रकम् अस्ति अतः एतत् ऊर्जायाः विशालं राशिं व्यक्तीकर्तुम् असुविधाजनकम् अस्ति। अतः एव ऊर्जायाः किञ्चन विशालं मात्रकम् उपयोगे आनीयते यत् किलोवाट घण्टा (kW h) कथ्यते।

1 kW h इत्यनेन किं तात्पर्यम् अस्ति? चिन्तयन्तु अस्माकं पार्श्वे किञ्चन यन्त्रम् अस्ति यत् एकस्मिन् क्षणे 1000 J ऊर्जाम् उपयोगे आनयति। यदि एतत् यन्त्रं निरन्तरम् एकघण्टापर्यन्तम् उपयोगे आनयामः तर्हि एतत् एककिलोवाट घण्टा (1 kW h) ऊर्जा व्ययीकरिष्यति। एतेन प्रकारेण एककिलोवाटघण्टा (1 kWh) ऊर्जायाः सा मात्रा या 1 kW इत्यस्य किञ्चन स्रोतः एकघण्टापर्यन्तम् उपयोगकरणे व्ययीभविष्यति।

$$1 \text{ kW h} = 1 \text{ kW} \times 1 \text{ h}$$

$$= 1000 \text{ W} \times 3600 \text{ s}$$

$$= 3600000 \text{ J}$$

अथवा $1 \text{ kW h} = 3.6 \times 10^6 \text{ J}$

गृहेषु उद्योगे तथा च व्यावसायिकसंस्थानेषु व्ययमाना ऊर्जा प्रायः किलोवाटघण्टायां व्यक्तीक्रियते। उदाहरणार्थम् एकस्मिन् मासे उपयुक्ता विद्युत् ऊर्जा “यूनिट” रूपेण व्यक्तीक्रियते। अत्र 1 यूनिट इत्यस्य अर्थः अस्ति 1 kW h ।

उदाहरणम् 11.9 60 W इत्यस्य कश्चन विद्युत्-गोलदीपः प्रतिदिनं 6 घण्टापर्यन्तम् उपयुज्यते। गोलदीपेन एकस्मिन् दिने व्ययीकृतायाः ऊर्जायाः “यूनिट” परिकलनं कुर्वन्तु।

समाधानम्

(i) विद्युत्-गोलदीपस्य शक्तिः $= 60 \text{ W}$

$$= 0.06 \text{ kW}$$

उपयुक्तः समयः $t = 6 \text{ h}$

ऊर्जा $= \text{शक्तिः} \times \text{स्वीकृतः समयः}$

$$= 0.06 \text{ kW} \times 6 \text{ h}$$

$$= 0.36 \text{ kW h}$$

$$= 0.36 \text{ “यूनिट”}$$

गोलदीपेन 0.36 “यूनिट” व्ययीभविष्यति।

क्रियाकलाप: _____ 11.17

- स्वस्य गृहे विद्युत्-परिमार्गे स्थापितं विद्युत्-मानं ध्यानेन पश्यन्तु।
- एतस्य लक्षणानां सूक्ष्मतया प्रेक्षणं कुर्वन्तु। प्रतिदिनं

प्रातः तथा च सायं 6.30 वादने मानस्य पाठ्याङ्कस्य टिप्पणीं लिखन्तु।

- दिनस्य समये कति यूनिट व्ययीभवति?
- रात्रिसमये कति यूनिट व्ययीभवति?
- एतं क्रियाकलापं प्रायः एकसप्ताहं यावत् कुर्वन्तु।
- स्वस्य प्रेक्षणं सारणीबद्धं कुर्वन्तु।
- स्वस्य दत्तांशात् निष्कर्षं प्राप्नुवन्तु।
- स्वस्य प्रेक्षणस्य तुलनां विद्युतः मासिके देयके दत्तैः विवरणैः सह कुर्वन्तु।

भवन्तः

किम्

अधिगतवन्तः



- कस्मिंश्चित् पिण्डे कृतं कार्यं तस्य उपरि उपयुक्तस्य बलस्य परिणामे तथा च बलस्य दिशि तेन पर्यटितायाः दूरतायाः गुणनफलेन परिभाषितं भवति। कार्यस्य मात्रकं जूल अस्ति अर्थात् 1 जूल = 1 न्यूटन × 1 मानम्।
- कस्यचित् पिण्डस्य विस्थापनं शून्यम् अस्ति तर्हि बलेन तस्य पिण्डस्य उपरि कृतं कार्यं शून्यं भविष्यति।
- यदि कस्मिंश्चित् वस्तुनि कार्यकरणस्य क्षमता स्यात् तर्हि एतत् कथ्यते यत् तस्मिन् ऊर्जा अस्ति। ऊर्जायाः मात्रकं तत् एव अस्ति यत् कार्यस्य अस्ति।
- कस्मिंश्चित् गतिशीले पिण्डे तस्य गतेः कारणेन ऊर्जा गतिजा ऊर्जा कथ्यते। v वेगेन गतिशीलस्य कस्यचित् m द्रव्यमानस्य वस्तुनः गतिजा ऊर्जा $\frac{1}{2}mv^2$ इत्यस्य समाना भवति।
- वस्तुना तस्य स्थितौ अथवा आकृतौ परिवर्तनस्य कारणेन प्राप्ता ऊर्जा स्थितिजा ऊर्जा कथ्यते। पृथिव्याः तलात् h उन्नततापर्यन्तम् उत्थापितस्य कस्यचित् m द्रव्यमानस्य वस्तुनः गुरुत्वीयस्थितिजा ऊर्जा mgh भविष्यति।
- ऊर्जासंरक्षणनियमस्य अनुसारम् ऊर्जायाः केवलम् एकस्मात् रूपात् द्वितीये रूपे रूपान्तरणं भवितुम् अर्हति। एतस्य न तु उत्पत्तिः कर्तुं शक्यते नैव च विनाशः। रूपान्तरणात् पूर्वं तथा च पश्चात् समस्ता ऊर्जा सदैव अचरा तिष्ठति।
- प्रकृतौ ऊर्जा विभिन्नरूपेषु विद्यमाना भवति यथा गतिजा ऊर्जा, स्थितिजा ऊर्जा, ऊष्मीया ऊर्जा, रासायनिकी ऊर्जा इत्यादि। कस्यचित् वस्तुनः गतिजायाः तथा च स्थितिजायाः ऊर्जायाः योगः तस्याः समस्तयान्त्रिक-ऊर्जा कथ्यते।
- कार्यकरणस्य अनुपातः शक्तिः कथ्यते। शक्तेः SI मात्रकं वाट अस्ति।
 $1 \text{ W} = 1 \text{ J/s}$

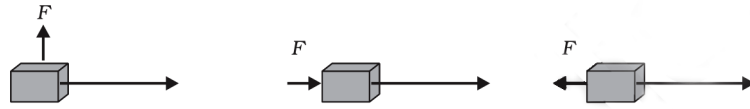
- 1 kW इत्यस्य अनुपातेन एकघण्टायां व्ययिता ऊर्जा एककिलोवाटघण्टा (1 kW h) इत्यस्य समाना भवति।

अभ्यासः



1. अधोलिखितान् सूचीबद्धान् क्रियाकलापान् ध्यानेन पश्यन्तु। स्वस्य कार्यशब्दस्य व्याख्यायाः आधारेण तर्कं ददतु यत् एतेषु कार्ये जायमानम् अस्ति न वा?
 - सूमा कस्मिंश्चित् सरोवरे तरति।
 - कश्चित् गर्दभः स्वस्य पृष्ठे भारम् उत्थापितवान् अस्ति।
 - काचित् वातपेषणी कूपात् जलम् उद्धरति।
 - कस्मिंश्चित् हरिते पादपे प्रकाशसंश्लेषणस्य प्रक्रिया जायमाना अस्ति।
 - किञ्चन यन्त्रं रेलयानं कर्षति।
 - अन्नस्य बीजानि सूर्यस्य आतपे शुष्यन्ति।
 - काचित् पालनौका पवन-ऊर्जायाः कारणेन गतिशीला अस्ति।
2. किञ्चन पिण्डं पृथिवीतः कस्मिंश्चित् कोणे क्षिप्यते। एतत् कस्मिंश्चित् वक्रमार्गे चलति तथा च पुनः पृथिव्याम् आपतति। पिण्डस्य मार्गस्य प्रारम्भिकः तथा च अन्तिमः बिन्दुः एकस्याम् एव क्षैतिजरेखायां स्थितम् अस्ति। पिण्डस्य उपरि गुरुत्वबलेन कियत् कार्यं कृतम् अस्ति?
3. कश्चित् विद्युत्कोषः गोलदीपं ज्वालयति। एतस्मिन् प्रक्रमे जायमानानाम् ऊर्जापरिवर्तनानां वर्णनं कुर्वन्तु।
4. 20 kg द्रव्यमानस्य उपरि प्रयुज्यमानं किञ्चन बलम् एतस्य वेगं 5 m s^{-1} तः 2 m s^{-1} मध्ये परिवर्तयति। बलेन कृतस्य कार्यस्य परिकलनं कुर्वन्तु।
5. 10 kg द्रव्यमानस्य एकं पिण्डम् उत्पीठिकायां क बिन्दौ स्थापितम् अस्ति। एतत् ख बिन्दुपर्यन्तम् आनीयते। यदि क तथा च ख इत्यनयोः मेलकरेखा क्षैतिजा अस्ति तर्हि पिण्डस्य उपरि गुरुत्वबलेन कृतं कार्यं कियत् भविष्यति? स्वस्य उत्तरस्य व्याख्यां कुर्वन्तु।
6. मुक्तरूपेण पततः कस्यचित् पिण्डस्य स्थितिजा ऊर्जा निरन्तरं न्यूना भवति। किम् एषा ऊर्जासंरक्षणनियमस्य उल्लङ्घनं करोति। कारणं वदन्तु।
7. यदा भवन्तः द्विचक्रिकां चालयन्ति तदा कानि कानि ऊर्जारूपान्तरणानि भवन्ति?
8. यदा भवन्तः स्वीयां सम्पूर्णाम् अपि शक्तिम् उपयुज्य काञ्चित् विशालां शिलां प्रणोत्तुम् इच्छन्ति तथा च एतस्याः कम्पने असफलाः भवन्ति तदा किम् एतस्याम् अवस्थायाम् ऊर्जायाः स्थानान्तरणं भवति? भवद्भिः व्ययीकृता ऊर्जा कुत्र गच्छति?
9. कस्मिंश्चित् गृहे एकस्मिन् मासे ऊर्जायाः 250 यूनिट व्ययः अभवत्। एषा जूले कियती भविष्यति?
10. 40 kg द्रव्यमानस्य किञ्चन पिण्डं पृथिवीतः 5 m इत्यस्य उन्नततापर्यन्तम् उत्थाप्यते। एतस्य स्थितिजा ऊर्जा कियती अस्ति? यदि पिण्डं मुक्तरूपेण पतितुं त्यजामः तर्हि यदा पिण्डं साक्षात् अर्धमार्गे भवेत् तदा एतस्य गतिज-ऊर्जायाः परिकलनं कुर्वन्तु। ($g = 10 \text{ ms}^{-2}$)
11. पृथिवीं परितः भ्रमतः कस्यचित् ग्रहस्य उपरि गुरुत्वबलेन कियत् कार्यं करिष्यते। स्वस्य उत्तरं तर्कसङ्गतं कुर्वन्तु।

12. किं कस्यचित् पिण्डस्य उपरि प्रयुज्यमानस्य कस्यचित् अपि बलस्य अनुपस्थितौ एतस्य विस्थापनं शक्यते? चिन्तयन्तु। एतस्य प्रश्नस्य विषये स्वमित्रैः सह तथा च अध्यापकैः सह विचारविमर्शं कुर्वन्तु।
13. कश्चित् मनुष्यः बसस्य कञ्चन बन्धं स्वस्य शिरसि 30 निमेषपर्यन्तं स्थापयति तथा च श्रान्तः भवति। किं सः किमपि कार्यं कृतवान् अथवा न? स्वस्य उत्तरं तर्कसङ्गतं कुर्वन्तु।
14. कस्यचित् विद्युत्-उष्णकस्य घोषिता शक्तिः 1500 W अस्ति। 10 घण्टासु एतत् कियत्याः ऊर्जायाः उपयोगं करिष्यति?
15. यदा वयं कस्यचित् सरललोलकस्य गोलकम् एकस्मिन् कोणे नीत्वा त्यजामः तदा एतत् दोलनम् आरभते। एतस्मिन् जायमानानाम् ऊर्जापरिवर्तनानां चर्चा कुर्वन्तः ऊर्जासंरक्षणनियमं स्पष्टं कुर्वन्तु। गोलकं किञ्चित् समयानन्तरं विराम-अवस्थायाम् किमर्थम् आगच्छति? अन्ततः एतस्य ऊर्जायाः किं भवति? किम् एतत् ऊर्जासंरक्षणनियमस्य उल्लङ्घनम् अस्ति?
16. m द्रव्यमानस्य किञ्चन पिण्डं नियतवेगेन v द्वारा गतिशीलम् अस्ति। पिण्डस्य उपरि कियत् कार्यं करणीयं यत् एतत् विराम-अवस्थायाम् आगच्छेत्?
17. 1500 kg द्रव्यमानस्य कारयानं यत् च 60 km/h इत्यस्य वेगेन चलति तत् स्थगयितुं कृतस्य कार्यस्य परिकलनं कुर्वन्तु।
18. अधोलिखितेषु प्रत्येकं स्थितौ m द्रव्यमानस्य एकस्मिन् पिण्डे किञ्चन बलं F प्रयुज्यते। विस्थापनस्य दिक् पश्चिमतः पूर्वा प्रति अस्ति या च केनचित् दीर्घबाणेन प्रदर्शितम् अस्ति। चित्राणि ध्यानेन पश्यन्तु तथा च वदन्तु यत् कृतं कार्यम् ऋणात्मकम् अस्ति, धनात्मकम् अस्ति अथवा शून्यम् अस्ति।



19. सोनी वदति यत् कस्यचित् वस्तुनः उपरि त्वरणं शून्यं भवितुम् अर्हति यद्यपि तस्य उपरि बहु वारं कार्यं कुर्वन्तः स्युः। किं भवन्तः तेन सहमताः सन्ति? वदन्तु किमर्थम्?
20. चतस्रः युक्तयः यासु प्रत्येकं शक्तिः 500 W अस्ति 10 घण्टापर्यन्तम् उपयोगे आनीयते। एतद्द्वारा व्ययीकृताम् ऊर्जा kW h मध्ये परिकलितां कुर्वन्तु।
21. मुक्तरूपेण पतत् किञ्चन पिण्डम् अन्ततः पृथिवीपर्यन्तं प्राप्तौ स्थगितं भवति। एतस्य गतिजा ऊर्जा का भविष्यति?

अध्यायः 12

ध्वनिः (Sound)

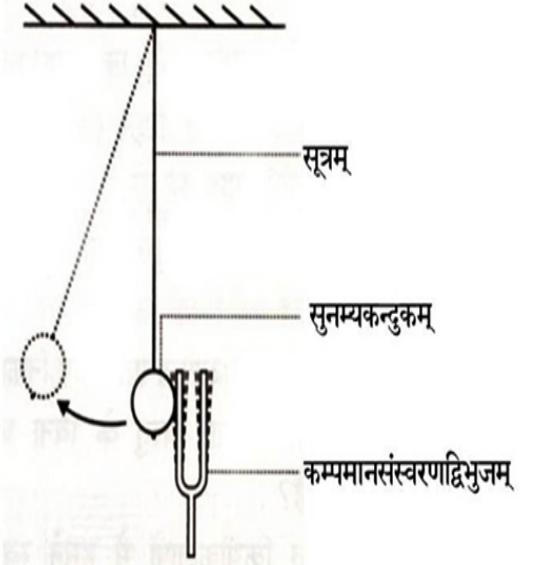
वयं प्रतिदिनं विभिन्नस्रोतांसि यथा मानवाः, पक्षिणः, घण्टाः, यन्त्राणि, वाहनानि, दूरदर्शनम्, आकाशवाणी इत्यादीनां ध्वनिं शृणुमः। ध्वनिः ऊर्जायाः किञ्चन रूपम् अस्ति यत् अस्माकं कर्णयोः श्रवणस्य संवेदनाम् उत्पादयति – यथा यान्त्रिकी ऊर्जा, ऊष्मीया ऊर्जा, प्रकाश-ऊर्जा इत्यादि। गते अध्याये भवन्तः यान्त्रिक-ऊर्जायाः विषये अध्ययनं कृतवन्तः सन्ति। भवन्तः ऊर्जासंरक्षणस्य नियमविषये जानन्ति एव। एतस्य अनुसारं भवन्तः ऊर्जा न तु उत्पादयितुं शक्नुवन्ति नैव च विनाशयितुं शक्नुवन्ति। भवन्तः केवलम् एतास्याः एकस्मात् रूपात् द्वितीये रूपे रूपान्तरणं कर्तुं शक्नुवन्ति। यदा भवन्तः तालिकां वादयन्ति तदा ध्वनिः उत्पद्यते। किं भवन्तः स्वस्य ऊर्जायाः उपयोगम् अकृत्वा एव ध्वनिम् उत्पादयितुं शक्नुवन्ति? ध्वनिम् उत्पादयितुं भवन्तः ऊर्जायाः कस्य रूपस्य उपयोगं कृतवन्तः? एतस्मिन् अध्याये वयं पठिष्यामः यत् ध्वनिः कथम् उत्पद्यते तथा च कस्मिंश्चित् माध्यमे एषः केन प्रकारेण सञ्चरितः भूत्वा अस्माकं कर्णाभ्यां गृह्यते।

12.1 ध्वनेः उत्पादनम्

क्रियाकलापः 12.1

- किञ्चन संस्वरणद्विभुजं स्वीकुर्वन्तु तथा च एतस्य काञ्चित् भुजां घृषितल्पस्य उपरि ताडयित्वा एतस्य कम्पनं कारयन्तु।
- एतत् स्वकर्णयोः समीपं नयन्तु।
- किं भवन्तः कञ्चन ध्वनिं श्रोतुं शक्नुवन्ति? कम्पमानसंस्वरणद्विभुजस्य एकां भुजां स्व-अङ्गुल्या स्पृशन्तु तथा च स्वस्य अनुभवं स्वमित्रैः सह वितरन्तु।
- इदानीं किञ्चन सुनम्यकन्दुकं कस्यचित् सूत्रस्य साहाय्येन (काञ्चित् दीर्घां सूचीं तथा च सूत्रं स्वीकुर्वन्तु। सूत्रस्य एकस्मिन् शीर्षे एकां ग्रन्थिं कुर्वन्तु तथा च सूच्याः साहाय्येन सूत्रं कन्दुके ग्रथन्तु)। पूर्वं विना कम्पनं संस्वरणद्विभुजस्य एकया भुजया कन्दुकं स्पृशन्तु। पुनः कम्पनं कुर्वन्तः संस्वरणद्विभुजस्य एकया भुजया कन्दुकं स्पृशन्तु (चित्रे 12.1)।

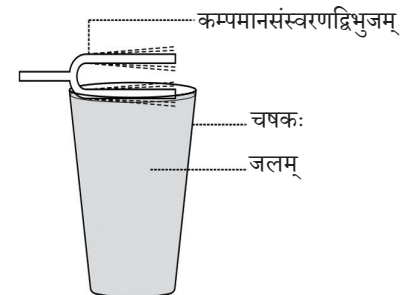
- पश्यन्तु किं भवति? स्वमित्रैः सह विचारविमर्शं कुर्वन्तु तथा च द्वयोः अवस्थयोः भेदस्य व्याख्यां कर्तुं प्रयासं कुर्वन्तु।



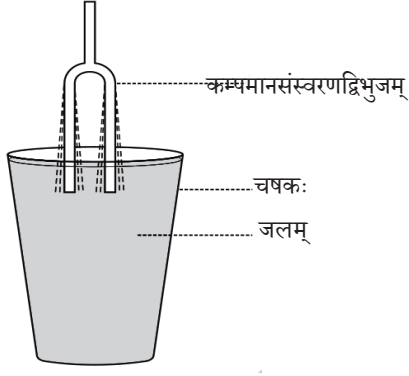
चित्रम् 12.1 कम्पमानसंस्वरणद्विभुजम् अवलम्बितं सुनम्यकन्दुकं स्पृशत्

क्रियाकलापः 12.2

- कञ्चन काचचषकं पूर्णतया जलेन पूरयन्तु। कम्पमानसंस्वरणद्विभुजस्य एकां भुजां 12.2 चित्रे दर्शितानुसारं जलस्य पृष्ठेन स्पर्शं कारयन्तु।
- इदानीं 12.3 चित्रे दर्शितानुसारं कम्पमानसंस्वरणद्विभुजस्य भुजाद्वयम् अपि जले निमज्जयन्तु।
- पश्यन्तु यत् द्वयोः अवस्थयोः किं भवति?
- स्वमित्रैः सह विचारविमर्शं कुर्वन्तु यत् एवं किमर्थं भवति?



चित्रम् 12.3 कम्पमानसंस्वरणद्विभुजस्य भुजाद्वयम् अपि जले निमज्जितम्



चित्रम् 12.2 कम्पमानसंस्वरणद्विभुजस्य एका भुजा जलस्य स्तरं स्पृशन्ती

उपर्युक्तक्रियाकलापैः भवन्तः कं निष्कर्षं निष्कासयन्ति? किं भवन्तः केनचित् कम्पमानवस्तुना विना ध्वनिम् उत्पादयितुं शक्नुवन्ति?

इदानीं पर्यन्तं वर्णितेषु क्रियाकलापेषु वयं संस्वरणद्विभुजेन आघातद्वारा ध्वनिम् उत्पादितवन्तः। वयं विभिन्नवस्तुषु घर्षणद्वारा, विरेचनद्वारा, घट्टनद्वारा, वायुं फुत्कृत्य अथवा तानि कम्पयित्वा ध्वनिम् उत्पादयितुं शक्नुमः। एतेषु क्रियाकलापेषु वयं किं कुर्मः? वयं वस्तु कम्पमानं कुर्मः तथा च ध्वनिम् उत्पादयामः। कम्पनस्य अर्थः भवति कस्यचित् वस्तुनः वेगेन वारं वारम् इतस्ततः गतिकरणम्। मनुष्येषु वाक्-ध्वनिः तेषां वाक्-तन्तूनां कम्पनकारणेन उत्पद्यते। यदा कश्चन पक्षी स्वस्य पक्षम् आस्फालयति तदा किं भवन्तः कञ्चित् ध्वनिं शृण्वन्ति? किं भवन्तः जानन्ति यत् मक्षिका गुञ्जनं करोति तथा च ध्वनिम् उत्पादयति। यदि भवन्तः कदाचित् एवं न कृतवन्तः

तर्हि एतत् एकवारं कुर्वन्तु तथा च तानितधृषिनिबन्धनस्य कम्पनं पश्यन्तु।

क्रियाकलापः-----12.3

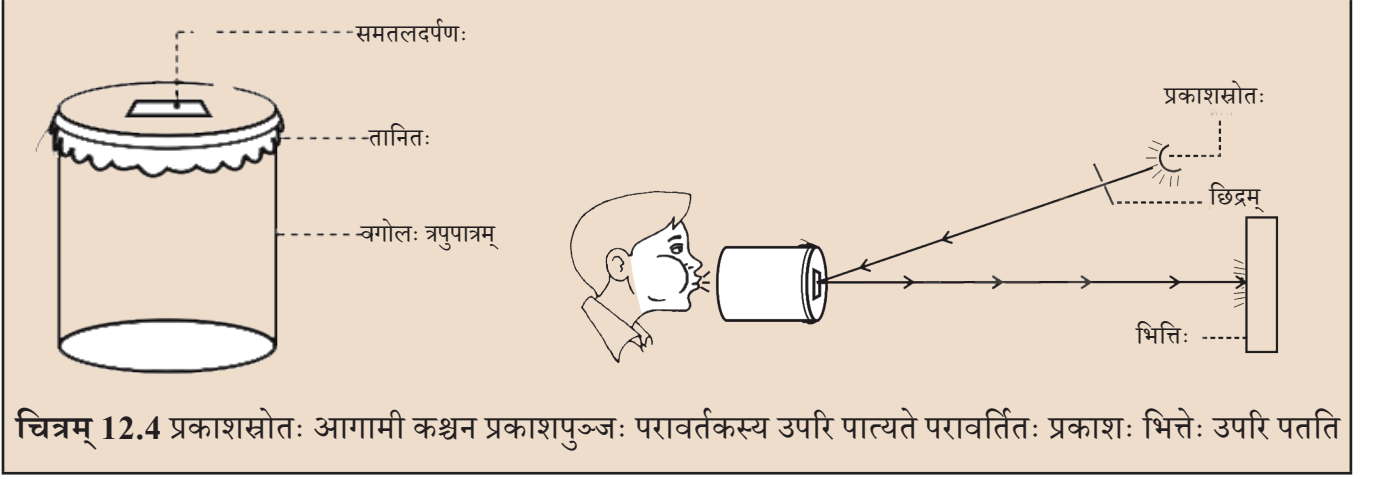
- विभिन्नवाद्ययन्त्राणां सूचीं निर्मान्तु तथा च स्वमित्रैः सह विचारविमर्शं कुर्वन्तु यत् ध्वनिम् उत्पादयितुम् एतेषु वाद्ययन्त्रेषु कः भागः कम्पनं करोति।

12.2 ध्वनेः सञ्चरणम्

वयं जानीमः यत् कम्पनं कुर्वद्भिः वस्तुभिः ध्वनिः उत्पद्यते। यत् द्रव्यम् अथवा पदार्थम् आश्रित्य ध्वनिः सञ्चरितः भवति तत् माध्यमं कथ्यते। एतत् सघनं, द्रवम् अथवा वातः भवितुम् अर्हति। स्रोतसः उत्पद्य ध्वनिः श्रोतुः समीपं कस्माच्चित् माध्यमात् गत्वा प्राप्नोति। यदा किञ्चन वस्तु कम्पनं करोति तदा एतत् आत्मानं परितः विद्यमानमाध्यमानां कणान् कम्पमानान् करोति। एते कणाः कम्पमानात् वस्तुनः अस्माकं कर्णपर्यन्तं स्वयं गतिं कृत्वा न प्राप्नुवन्ति। सर्वप्रथमं कम्पमानस्य वस्तुनः सम्पर्के स्थितमाध्यमस्य कणाः स्वसंतुलित-अवस्थातः विस्थापिताः भवन्ति। एते स्वसमीपे कणानाम् उपरि कस्यचित् बलस्य प्रयोगं कुर्वन्ति। यस्य फलस्वरूपेण निकटवर्तिनः कणाः स्वविराम-अवस्थातः विस्थापिताः भवन्ति। निकटवर्तिनां कणानां विस्थापनानन्तरं प्रारम्भिककणाः स्वमूल-अवस्थायां प्रति पुनः आगच्छन्ति। माध्यमे एषा प्रक्रिया तावत् पर्यन्तं चलति यावत् पर्यन्तं ध्वनिः भवतां कर्णयोः पार्श्वपर्यन्तं न आगच्छति। माध्यमे ध्वनिद्वारा उत्पन्नः विक्षोभः माध्यमतः गच्छन् त्वरितः भवति।

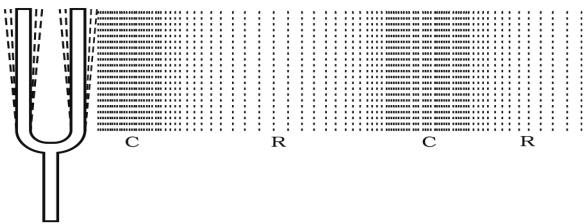
किं ध्वनिः कस्यचित् प्रकाशस्य कलङ्कं नर्तयितुं शक्नोति?

किञ्चन त्रपुपात्रं स्वीकुर्वन्तु। एतस्य उभयम् अपि शीर्षं कर्तयित्वा एतेन काञ्चित् रिक्तां वेल्लनीम् इव निर्मान्तु। किञ्चन वागोलं स्वीकुर्वन्तु। तत् तथा कर्तयन्तु यथा काचित् झिल्लिका निर्मिता भवेत्। एतां झिल्लिकां कर्षित्वा करण्डकस्य एकस्मिन् शीर्षे तन्वन्तु। वागोलं परितः किञ्चन धृषिनिबन्धनस्य आवरणं कुर्वन्तु। समतलदर्पणस्य कञ्चन लघुखण्डं स्वीकुर्वन्तु। दर्पणस्य एतं खण्डं कस्यचित् लेपस्य साहाय्येन वागोले एवं प्रकारेण संश्लेषयन्तु यथा तस्य प्रकाशमानं तलम् उपरि भवेत्। कस्माचित् छिद्रात् आगच्छन्तं प्रकाशं दर्पणस्य उपरि पतितुं ददतु। परावर्तनानन्तरं प्रकाशस्य कलङ्कः भित्तिं प्राप्नोति यथा 12.4 चित्रे दर्शितम् अस्ति। करण्डकस्य उद्धटिते भागे साक्षात् वार्ता कुर्वन्तु अथवा कोलाहलं कुर्वन्तु तथा च भित्तौ प्रकाशस्य कलङ्कं नृत्यन्तं पश्यन्तु। स्वमित्रैः सह प्रकाशकलङ्कस्य नृत्यस्य कारणविषये चर्चा कुर्वन्तु।



तरङ्गः कश्चन विक्षोभः अस्ति यः कस्माच्चित् माध्यमात् भूत्वा गतिं करोति तथा च माध्यमस्य कणाः निकटवर्तिकणेषु गतिम् उत्पादयन्ति। एते कणाः एतादृशीम् एव गतिम् अन्यकणेषु उत्पादयन्ति। माध्यमस्य कणाः स्वयम् अग्रे न वर्धन्ते किन्तु विक्षोभः अग्रे वर्धते। कस्मिंश्चित् माध्यमे ध्वनेः सञ्चरणसमये एतादृशम् एव भवति। अतः ध्वनिः तरङ्गरूपेण ज्ञातुं शक्यते। ध्वनितरङ्गाः माध्यमस्य कणानां गतिद्वारा अभिलक्ष्यन्ते तथा च यान्त्रिकतरङ्गाः कथ्यन्ते।

ध्वनेः सञ्चरणस्य कृते वायुः सर्वाधिकं सामान्यं माध्यमम् अस्ति। यदा किञ्चन कम्पमानं वस्तु अग्रतः कम्पनं करोति तदा स्वस्य पुरतः विद्यमानं वायुं प्रणुद्य सम्पीडयति तथा च एवं प्रकारेण कस्यचित् उच्चपीडनस्य क्षेत्रम् उत्पद्यते। एतत् क्षेत्रं सम्पीडनं (C) कथ्यते (चित्रे 12.5)। एतत् सम्पीडनं कम्पमानस्य वस्तुनः अग्रतः गतिं करोति। यदा कम्पमानं वस्तु पृष्ठतः कम्पनं करोति तदा कस्यचित् अधोलिखितपीडनस्य क्षेत्रम् उत्पद्यते यत् च विरलनं (R) कथ्यते (चित्रे 12.5)। यदा वस्तु कम्पनं करोति अर्थात् अग्रतः तथा च पृष्ठतः गतिं करोति तदा वायौ सम्पीडनस्य तथा च विरलनस्य काचित् श्रेणी निर्मिता भवति।



चित्रम् 12.5 कम्पमानं वस्तु कस्मिंश्चित् माध्यमे सम्पीडनस्य (C) तथा च विरलनस्य (R) श्रेणीम् उत्पादयत्

एतत् एव सम्पीडनं तथा च विरलनं ध्वनितरङ्गान् निर्माति ये च माध्यमात् भूत्वा सञ्चरिताः भवन्ति। सम्पीडनम् उच्चपीडनस्य क्षेत्रम् अस्ति तथा च विरलनम् अधोलिखितपीडनस्य क्षेत्रम् अस्ति। पीडनं कस्यचित् माध्यमस्य कृते प्रदत्तेषु आयतनेषु कणानां संख्यया सम्बन्धितम् अस्ति। कस्मिंश्चित् माध्यमे कणानाम् अधिकं घनत्वम् अधिकपीडनं तथा च न्यूनं घनत्वं न्यूनं पीडनं दर्शयति। एवं प्रकारेण ध्वनेः सञ्चरणं घनत्वपरिवर्तनस्य सञ्चरणरूपेण अपि द्रष्टुं शक्यते।

प्रश्नः

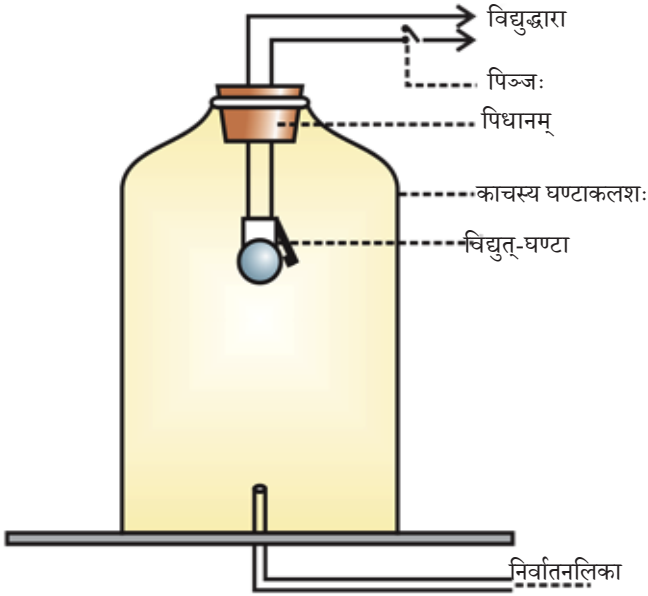
1. कस्मिंश्चित् माध्यमे ध्वनिद्वारा उत्पन्नः विक्षोभः भवतां कर्णपर्यन्तं कथं प्राप्नोति?

12.2.1 ध्वनिसञ्चरणस्य कृते माध्यमस्य आवश्यकता भवति।

ध्वनिः कश्चन यान्त्रिकतरङ्गः अस्ति तथा च एतस्य सञ्चरणार्थं माध्यमम् – यथा वायुः, जलम्, सारलौहः, इत्यादीनाम् आवश्यकता भवति। एषः निर्वाते भूत्वा चलितुं न शक्नोति। एषः अधोलिखितप्रयोगाणां माध्यमेन प्रदर्शयितुं शक्यते।

प्रयोगः काञ्चित् विद्युत्-घण्टां काचस्य घण्टाकलशे अवलम्बयन्तु। काचस्य घण्टाकलशं 12.6 चित्रे दर्शितानुसारं कयाचित् निर्वातनलिकया सह योजयन्तु। घण्टां पिञ्जस्य नोदनेन भवन्तः तस्याः ध्वनिं श्रोतुं शक्नुवन्ति। इदानीं निर्वातनलिकां चालयन्तु। यदा काचस्य घण्टाकलशस्य वायुः शनैः शनैः बहिः निस्सरति तदा घण्टायाः ध्वनिः मन्दः

भवति यद्यपि तस्मिन् पूर्ववत् एव विद्युत्-धारा प्रवाहिता भवति। किञ्चित् समयानन्तरं यदा काचस्य घण्टाकलशे अतीव न्यूनः वायुः अवशिष्टः भवति तदा भवद्भिः अतीव न्यूनः ध्वनिः श्रूयते। यदि काचस्य घण्टाकलशस्य समस्तः वायुः अपि निष्कास्यते तर्हि किं भविष्यति? किं तदानीम् अपि घण्टायाः ध्वनिं श्रोतुं शक्यन्ति?



चित्रम् 12.6 निर्वाते ध्वनेः सञ्चरणं भवितुं न अर्हति इति दर्शयितुं काचस्य घण्टाकलशस्य प्रयोगः

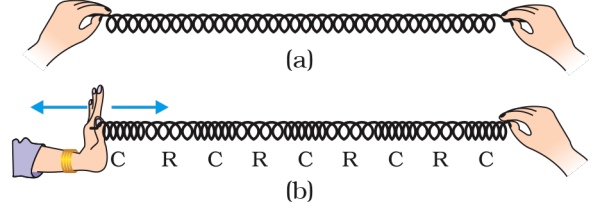
प्रश्नः

1. भवतां विद्यालयस्य घण्टा ध्वनिं कथम् उत्पादयति?
2. ध्वनितरङ्गाः यान्त्रिकतरङ्गाः किमर्थं कथ्यन्ते?
3. चिन्तयन्तु भवन्तः स्वमित्रेण सह चन्द्रं गतवन्तः सन्ति। किं भवन्तः स्वमित्रद्वारा उत्पन्नं ध्वनिं श्रोतुं शक्नुवन्ति?

12.2.2 ध्वनितरङ्गाः अनुदैर्घ्यतरङ्गाः सन्ति

क्रियाकलापः 12.4

- किञ्चन स्लिंकी स्वीकुर्वन्तु। इदानीं स्लिंकी चित्रे 12.7 (क) दर्शितानुसारं कर्षन्तु। स्वमित्रं प्रति स्लिंकीनिमित्तं तीव्रं घट्टनं कुर्वन्ति।
- भवन्तः किं पश्यन्ति? यदि भवन्तः स्वहस्तेन स्लिंकी निरन्तरं अग्रतः पृष्ठे पृष्ठतः अग्रे क्रमशः प्रणुदन्ति तथा च कर्षन्ति तर्हि भवन्तः किं द्रक्ष्यन्ति?



चित्रम् 12.7 स्लिंकीमध्ये अनुदैर्घ्यतरङ्गाः

- यदि भवन्तः स्लिंकी-उपरि किञ्चन चिह्नं स्थापयन्ति तर्हि भवन्तः द्रक्ष्यन्ति यत् स्लिंकी-उपरि स्थापितं चिह्नं विक्षोभस्य सञ्चरणस्य दिशः समान्तरम् अग्रतः पृष्ठतः गतिं करोति।

तानि क्षेत्राणि यत्र स्लिंकीकुण्डलीं परितः आगच्छन्ति सम्पीडनं (C) तथा च तानि क्षेत्राणि यत्र कुण्डल्यः दूरं दूरं गच्छन्ति विरलनं (R) कथ्यते। भवन्तः जानन्ति यत् कस्मिंश्चित् माध्यमे ध्वनिः सम्पीडनस्य तथा च विरलनस्य रूपेण सञ्चरितः भवति। इदानीं भवन्तः कस्मिंश्चित् स्लिंकीमध्ये विक्षोभस्य संचरणे तथा च कस्मिंश्चित् माध्यमे विक्षोभस्य तुलनां कर्तुं शक्नुवन्ति। एते तरङ्गाः अनुदैर्घ्यतरङ्गाः कथ्यन्ते। एतेषु तरङ्गेषु माध्यमस्य कणानां विस्थापनं विक्षोभस्य सञ्चरणदिशः समान्तरं भवति। कणाः एकस्मात् स्थानात् द्वितीये स्थाने गतिं न कुर्वन्ति किन्तु स्वस्य विराम-अवस्थातः अग्रतः पृष्ठतः दोलनं कुर्वन्ति। तथैव ध्वनितरङ्गाः सञ्चरिताः भवन्ति अतः एव ध्वनितरङ्गाः अनुदैर्घ्यतरङ्गाः कथ्यन्ते।

यदि भवन्तः स्लिंक्याः स्वस्य हस्ते गृहीतं शीर्षम् अग्रतः पृष्ठतः प्रणोदनस्य अपेक्षया दक्षिणतः वामतः कम्पयन्ति तर्हि अपि भवन्तः स्लिंकीमध्ये तरङ्गान् उत्पद्यमानान् द्रक्ष्यन्ति। एतस्मिन् तरङ्गे कणाः तरङ्गसञ्चरणस्य दिशि कम्पनं न कुर्वन्ति किन्तु तरङ्गस्य चलनस्य दिशः लम्बवत् स्वस्य विराम-अवस्थायाः उपरि अधः कम्पनं कुर्वन्ति। एतादृशतरङ्गाः अनुप्रस्थतरङ्गाः कथ्यन्ते। एतादृशः अनुप्रस्थः तरङ्गः तादृशः तरङ्गः अस्ति यस्मिन् माध्यमस्य कणाः स्वस्य माध्यस्थितीनाम् उपरि तरङ्गस्य सञ्चरणदिशः लम्बवत् गतिं कुर्वन्ति। प्रकाशः अपि अनुप्रस्थः तरङ्गः अस्ति। किन्तु प्रकाशस्य सञ्चरणे दोलनमाध्यमस्य कणानाम् अथवा तस्य पीडनस्य अथवा घनत्वस्य न भवति। प्रकाशतरङ्गाः यान्त्रिकतरङ्गाः न सन्ति। अनुप्रस्थतरङ्गाणां विषये अधिकं ज्ञानं भवन्तः उच्चकक्ष्यासु प्राप्स्यन्ति।

12.2.3 ध्वनितरङ्गस्य अभिलक्षणम्

कस्यचित् ध्वनितरङ्गस्य अधोलिखितानि अभिलक्षणानि भवन्ति

- आवृत्तिः
- आयामः
- वेगः

ध्वनितरङ्गः आलेखीयरूपेण 12.8 (ग) चित्रे दर्शितः अस्ति यः प्रदर्शयति यत् यदा ध्वनितरङ्गः कस्मिंश्चित् माध्यमे गतिं करोति तदा घनत्वे तथा च पीडने कथं परिवर्तनं भवति। कस्मिंश्चित् निश्चिते समये माध्यमस्य घनत्वं तथा च पीडनम् उभयम् अपि तस्य सामान्यमानात् उपरि तथा च अधः दूरतया सह परिवर्तितं भवति। 12.8 (क) तथा च (ख) चित्रं प्रदर्शयति यत् यदा ध्वनिः तरङ्गमाध्यमे सञ्चरितः भवति तदा घनत्वे तथा च पीडने कः आरोहः अवरोहः च भवति।

सम्पीडनं तत् क्षेत्रम् अस्ति यत्र कणाः पार्श्वे पार्श्वे आगच्छन्ति एते वक्रस्य उपरितने भागे दर्शिताः सन्ति। [12.8 (ग)]। शिखरम् अधिकतमसम्पीडनस्य क्षेत्रं प्रदर्शयति। एतेन प्रकारेण सम्पीडनं तत् क्षेत्रम् अस्ति यत्र घनत्वं तथा च पीडनम् उभयम् अपि अधिकं भवति। विरलनम् अधोलिखितपीडनस्य

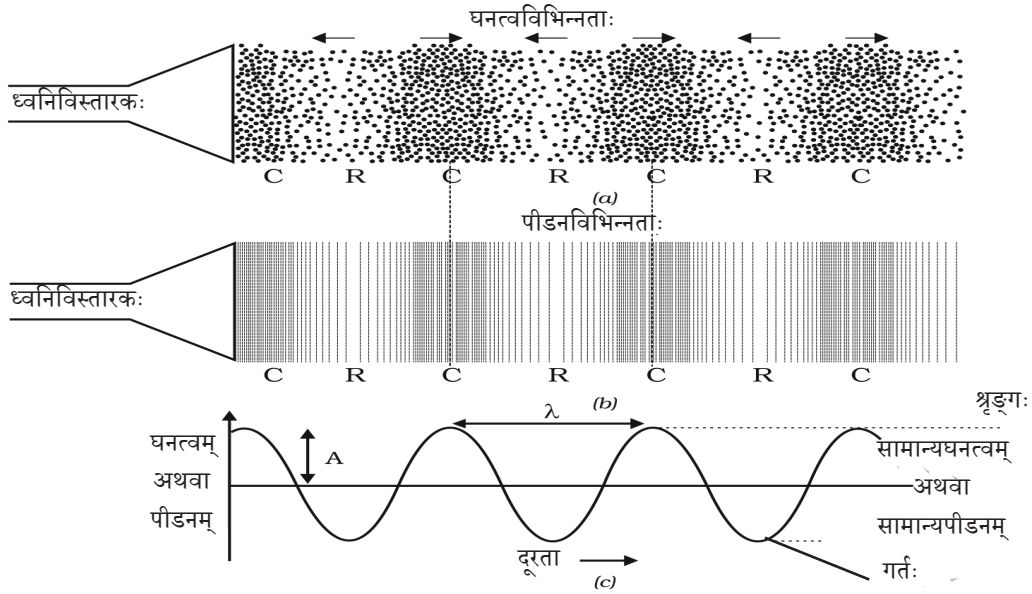
क्षेत्रम् अस्ति यत्र कणाः दूरं दूरं गच्छन्ति तथा च ते तटेन प्रदर्श्यन्ते। एते वक्रस्य अधोभागेन दर्शिताः सन्ति [12.8(ग)]। शिखरं तरङ्गस्य भृङ्गः तथा च तटः गर्तः कथ्यते।

द्वयोः क्रमागतसम्पीडनयोः (ग) अथवा द्वयोः क्रमागतविरलनयोः (R) माध्यमिकदूरता तरङ्गदैर्घ्यं कथ्यते। तरङ्गदैर्घ्यं साधारणतया λ (ग्रीक-अक्षरं लैम्डा) द्वारा निरूप्यते। एतस्य SI मात्रकं मानं (m) अस्ति।



हेनरिचरुडोल्फहर्ट्जस्य जन्म 22/02/1857 तमे वर्षे जर्मनीदेशस्य हैमबर्गे अभवत् तथा च तस्य शिक्षा बर्लिनविश्वविद्यालये अभवत्। सः जे.सी. मैक्सवेलस्य विद्युत्-चुम्बकीयसिद्धान्तस्य प्रयोगाणां पुष्टिं

कृतवान्। सः आकाशवाण्याः, दूरभाषायाः, तारप्रेषस्य, तथा च दूरदर्शनस्य अपि भविष्ये विकासस्य आधारशिलां स्थापितवान्। सः प्रकाशविद्युत्-प्रभावस्य अपि अन्वेषणं कृतवान् अनन्तरम् अल्बर्ट-आइन्स्टाइनः व्याख्यां कृतवान्। आवृत्तेः SI मात्रकस्य नाम तस्य नाम्ना स्थापितम्।



चित्रम् 12.8 (a)चित्रे तथा च 12.8 (b) प्रदर्शितम् अस्ति यत् ध्वनिः घनत्वस्य अथवा पीडनस्य आरोहरूपेण सञ्चरितः भवति 12.8 (c) चित्रे घनत्वस्य तथाच पीडनस्य आरोहः अवरोहः च रेखाचित्रद्वारा स्पष्टरूपेण प्रदर्शितः अस्ति

आवृत्त्या वयं जानीमः यत् काचित् घटना कियत् शीघ्रं शीघ्रं घटिता भवति। चिन्तयन्तु भवन्तः मृदङ्गं ताडं ताडं वादयन्तः सन्ति। भवन्तः मृदङ्गम् एकस्मिन् क्षणे कति वारं ताडयन्ति सा भवद्भिः मृदङ्गताडनस्य

आवृत्तिः अस्ति। वयं जानीमः यत् यदा कश्चित् ध्वनिः कस्मिंश्चित् माध्यमे सञ्चरितः भवति तदा माध्यमस्य घनत्वं कस्यचित् अधिकतममानस्य तथा च न्यूनतममानस्य मध्ये परिवर्तते। घनत्वस्य अधिकतममानात् न्यूनतममानपर्यन्तं

परिवर्तने तथा च पुनः अधिकतममानपर्यन्तम् आगमनेन एकं दोलनं पूर्णं भवति। एकाङ्कसमये एतेषां दोलनानां समस्तसंख्या ध्वनितरङ्गस्य आवृत्तिः कथ्यते। यदि वयं प्रति एकाङ्कसमये आत्मनः समीपात् गच्छतां सम्पीडनानां तथा च विरलानानां संख्यायाः गणनां कुर्मः तर्हि वयं ध्वनितरङ्गाणाम् आवृत्तिं ज्ञास्यामः। एतत् सामान्यतया v (ग्रीक-अक्षरं, न्यू) द्वारा प्रदर्श्यते। एतस्य SI मात्रकं हर्टज (hertz, प्रतीकं Hz) अस्ति।

द्वयोः क्रमागतयोः सम्पीडनयोः अथवा द्वयोः क्रमागतयोः विरलनयोः कस्माच्चित् निश्चितबिन्दोः सञ्चरणे उपयुक्तः समयः तरङ्गस्य आवर्तकालः कथ्यते। भवन्तः वक्तुं शक्नुवन्ति यत् माध्यमे घनत्वस्य एकस्मिन् सम्पूर्णं दोलने स्वीकृतः समयः ध्वनितरङ्गस्य आवर्तकालः कथ्यते। एतत् T अक्षरेण निरूप्यते। एतस्य SI मात्रकं सेकण्ड (s) अस्ति। आवृत्तेः तथा च आवर्तकालस्य मध्ये सम्बन्धम् अधोलिखितप्रकारेण व्यक्तीकर्तुं शक्यते

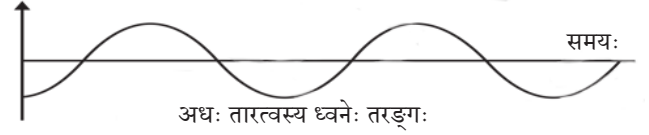
$$v = \frac{1}{T}$$

कस्मिंश्चित् वाद्यवृन्दे सारङ्गी तथा च वंशी एकस्मिन् एव समये वादयितुं शक्यते। द्वौ अपि ध्वनी एकस्मिन् एव माध्यमे (वायौ) चलतः तथा च अस्माकं कर्णपर्यन्तं एकस्मिन् एव समये प्राप्नुतः। द्वयोः एव स्रोतसोः ध्वनयः एकया एव गत्या चलन्ति। किन्तु यान् ध्वनीन् वयं गृह्णीमः ते भिन्नाः भिन्नाः सन्ति। एवं ध्वनिना सह युक्तविभिन्न-अभिकारणानां कारणेन अस्ति। तारत्वम् एतेषु एकम् अभिलक्षणम् अस्ति।

कस्यचित् उत्सर्जितध्वनेः आवृत्तिं मस्तिष्कं केन प्रकारेण अनुभवति तत् तारत्वं कथ्यते। कस्यचित् स्रोतसः कम्पनं यावत्या शीघ्रतया भवति, आवृत्तिः तावती एव अधिका भवति तथा च तस्य तारत्व-आवृत्तिः तावती एव अधिका भवति तथा च तस्य तारत्वम् अपि अधिकं भवति। एतेन एव प्रकारेण ध्वनेः तारत्वं न्यूनं भवति तस्य आवृत्तिः अपि न्यूना भवति यथा 12.9 चित्रे प्रदर्शितम् अस्ति।

विभिन्न-आकारस्य तथा च आकृतेः वस्तूनि विभिन्न-आकृतिभिः सह कम्पनं कुर्वन्ति तथा च विभिन्नतारत्वस्य ध्वनीन् उत्पादयन्ति।

तरङ्गविक्षोभः



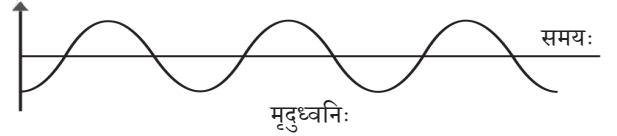
तरङ्गविक्षोभः



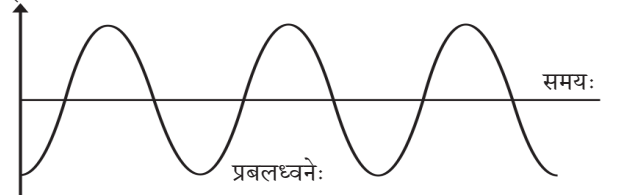
चित्रम् 12.9 अधः तारत्वस्य ध्वनिः आवृत्तिः न्यूना तथा च उच्चतारत्वस्य ध्वनेः आवृत्तिः अधिका भवति

कस्मिंश्चित् माध्यमे मूलस्थितिम् उभयतः अधिकतमविक्षोभः तरङ्गाणाम् आयामः कथ्यते। एषः साधारणतया A अक्षरेण निरूप्यते। यथा 12.8 (ग) चित्रे दर्शितम् अस्ति। ध्वनेः कृते एतस्य मात्रकं पीडनस्य अथवा घनत्वस्य मात्रकं भविष्यति। ध्वनेः प्रबलता अथवा मृदुलता मूलतः एतस्य आयामेन ज्ञायते। यदि वयं कस्याञ्चित् उत्पीठिकायां शनैः ताडयामः तर्हि वयं कस्यचित् मृदुध्वनेः श्रवणं करिष्यामः यतोहि वयं न्यून-ऊर्जायाः ध्वनितरङ्गम् उत्पादयामः। यदि वयम् उत्पीठिकायां बलेन ताडयामः तर्हि वयं प्रबलध्वनेः श्रवणं करिष्यामः। किं भवन्तः एतस्य कारणं वक्तुं शक्नुवन्ति? प्रबलध्वनिः अधिकदूरं यावत् चलितुं शक्नोति यतोहि एषः अधिक-ऊर्जा सम्बद्धा अस्ति। उत्पादकस्रोतसः निर्गमनानन्तरं ध्वनितरङ्गः प्रसरितः भवति। स्रोतसः दूरं गमनेन एतस्य आयामः तथा च प्रबलता द्वयम् एव न्यूनीभवति। 12.10 चित्रे समान-आवृत्तेः प्रबलस्य तथा च मृदुध्वनेः तरङ्ग-आकृतयः प्रदर्शिताः सन्ति।

तरङ्गविक्षोभः



तरङ्गविक्षोभः



चित्रम् 12.10 मृदुध्वनेः आयामः न्यूनः भवति तथा च प्रबलध्वनेः आयामः अधिकः भवति

ध्वनेः गुणता (लयः) तत् अभिलक्षणम् अस्ति यत् अस्माकं समानतारत्वस्य तथा च प्रबलतायाः द्वयोः ध्वन्योः मध्ये भेदकरणे सहायतां करोति। एकल-आवृत्तेः ध्वनिः तानः कथ्यते। अनेक-आवृत्तीनां मिश्रणात् उत्पन्नः ध्वनिः स्वरः कथ्यते तथा च एषः श्रवणे सुखदः भवति। कोलाहलः कर्णप्रियः न भवति किन्तु सङ्गीतं श्रवणे सुखदं भवति।

प्रश्नः

1. तरङ्गस्य कः गुणः अधोलिखितं निर्धारयति? (क) प्रबलता, (ख) तारत्वम्।
2. अनुमानं कुर्वन्तु यत् अधस्तनेषु कस्य ध्वनेः तारत्वम् अधिकम् अस्ति? (क) वीणा, (ख) कारयानस्य शृङ्गध्वनिः।

तरङ्गस्य केनचित् बिन्दुना यथा सम्पीडनेन अथवा विरलनेन एकाङ्कसमये पर्यटिता दूरता तरङ्गवेगः कथ्यते। वयं जानीमः यत्

$$\text{वेगः} = \frac{\text{दूरता}}{\text{समयः}} = \frac{\lambda}{T} = \lambda \times \frac{1}{T}$$

अत्र λ ध्वनेः तरङ्गदीर्घता अस्ति। एषा तरङ्गद्वारा एकस्मिन् आवर्त-(T)काले पर्यटिता दूरता अस्ति। अतः

$$u = \lambda v \left(\because \frac{1}{T} = v \right)$$

अथवा $u = \lambda v$

वेगः = तरङ्गदीर्घता $\times$ आवृत्तिः

कस्यचित् माध्यमस्य कृते समानभौतिकपरिस्थितिषु ध्वनेः वेगः सर्वासाम् आकृतीनां कृते प्रायः स्थिरः तिष्ठति।

उदाहरणम् 12.1 कस्यचित् ध्वनितरङ्गस्य आवृत्तिः 2 kHz तथा च तस्य तरङ्गदीर्घता 35 cm अस्ति। एषा 1.5 km दूरं यावत् चलने कियन्तं समयं स्वीकरिष्यति?

समाधानम्

प्रदत्तम् अस्ति,

आवृत्तिः, $v = 2 \text{ kHz} = 2000 \text{ Hz}$

तरङ्गदीर्घता, $\lambda = 35 \text{ cm} = 0.35 \text{ m}$

वयं जानीमः, तरङ्गवेगः v

= तरङ्गदीर्घता $\times$ आवृत्तिः

$$u = \lambda v$$

$$= 0.35 \text{ m} \times 2000 \text{ Hz} = 700 \text{ m/s}$$

तरङ्गस्य 1.5 km दूरतापर्यटने उपयुक्तः समयः

$$t = \frac{d}{v} = \frac{1.5 \times 1000 \text{ m}}{700 \text{ m s}^{-1}} = \frac{15}{7} \text{ s} = 2.1 \text{ s}$$

ध्वनिः 1.5 km पर्यटने 2.1 s समयं स्वीकरिष्यति।

प्रश्नः

1. कस्यचित् ध्वनितरङ्गस्य तरङ्गदीर्घता, आवृत्तिः आवर्तकालः तथा च आयामः इत्यादिभिः कः अभिप्रायः अस्ति?
2. कस्यचित् ध्वनितरङ्गस्य तरङ्गदीर्घता तथा च तस्य आवृत्तिः वेगेन सह केन प्रकारेण सम्बद्धा अस्ति?
3. कस्मिंश्चित् प्रदत्ते माध्यमे एकस्य ध्वनितरङ्गस्य आवृत्तिः 220 Hz तथा च वेगः 440 m/s अस्ति। एतस्य तरङ्गस्य तरङ्गदीर्घतायाः परिकलनं कुर्वन्तु।
4. कस्माच्चित् ध्वनिस्रोतसः 450 m दूरे उपविष्टः कश्चित् जनः 500 Hz इत्यस्य ध्वनिं शृणोति। स्रोतसः मनुष्यस्य पार्श्वपर्यन्तं प्राप्नुवतोः द्वयोः क्रमागतयोः सम्पीडनयोः कियत् समयान्तरालं भविष्यति?

कस्माच्चित् एकाङ्कक्षेत्रफलात् एकस्मिन् क्षणे सञ्चरन्ती ध्वनि-ऊर्जा ध्वनेः तीव्रता कथ्यते। यद्यपि वयं यदा कदा “प्रबलता” तथा च “तीव्रता” शब्दानां पर्यायरूपेण उपयोगं कुर्मः किन्तु एतेषाम् अर्थः एकः नास्ति। प्रबलता ध्वनेः कृते कर्णयोः संवेदनशीलतायाः मापः अस्ति। यद्यपि द्वौ ध्वनी समानतीव्रतायाः भवितुम् अर्हतः तथापि वयम् एकम् अन्यस्य अपेक्षया अधिकप्रबलध्वनेः रूपेण श्रोतुं शक्नुमः यतोहि अस्माकं कर्णौ एतस्य कृते अधिकसंवेदनशीलौ भवतः।

प्रश्नः

1. ध्वनेः प्रबलतायां तथा च तीव्रतायां भेदं वदन्तु।

12.2.4 विभिन्नमाध्यमेषु ध्वनेः वेगः

कस्मिंश्चित् माध्यमे ध्वनिः केनचित् निश्चितवेगेन सञ्चरितः भवति। कस्यचित् विस्फोटकस्य अथवा तडितः गर्जनस्य ध्वनिः प्रकाशस्य प्रस्फुरणानन्तरं श्रूयते। अतः वयम् एतं निष्कर्षं प्राप्तुं शक्नुमः यत् ध्वनेः वेगः तथा च प्रकाशस्य वेगात् बहु न्यूनः अस्ति। ध्वनेः वेगः तस्य माध्यमस्य गुणेषु निर्भरं करोति यत्र एषः सञ्चरितः भवति। भवन्तः एतं सम्बन्धं स्वस्य उच्चकक्ष्यासु पठिष्यन्ति। कस्मिंश्चित् माध्यमे ध्वनेः वेगः माध्यमस्य तापे निर्भरं करोति। यदा वयं सघनात् वातीयावस्थां प्रति गच्छामः तदा ध्वनेः वेगः न्यूनीभवति। कस्मिंश्चित् माध्यमे तापस्य वर्धनेन ध्वनेः वेगः अपि वर्धते। उदाहरणार्थं वायौ ध्वनेः वेगः 0°C उपरि 331 m s^{-1} तथा च 220°C उपरि 344 m s^{-1} अस्ति। 12.1 सारण्यां विभिन्नमाध्यमेषु कस्यचित् विशेषतापस्य उपरि ध्वनेः वेगः दर्शितः अस्ति। (एतत् स्मरणे स्थापयितुम् आवश्यकता नास्ति।)

सारणी 12.1 विभिन्नमाध्यमेषु 250°C

उपरि ध्वनेः वेगः

अवस्था	पदार्थः	वेगः m/s मध्ये
सघनम्	स्फटयातुः	6420
	रूपकम्	6040
	सारलौहः	5960
	लौहः	5950
	पित्तलम्	4700
	काचः	3980
द्रवः	जलम् (समुद्री)	1531
	जलम् (क्षारितम्)	1498
	इथेनॉल	1207
	मीथेनॉल	1103
वातः	उदजनम्	1284
	यानातिः	965
	वायुः	346
	प्राणवायुः	316
	गन्धकाम्लवायुः	213

तीव्रध्वनिः यदा किञ्चन पिण्डं ध्वनेः वेगात् अधिकवेगेन गतिं करोति तदा तत् पराध्वनिकवेगेन चलत् कथ्यते। गोलिकाः, जेटवायुयानम् इत्यादि प्रायः पराध्वनिकवेगेन चलति। यदा ध्वनिः उत्पादकस्रोतसः ध्वनेः वेगात् अधिकवेगेन गतिं करोति तदा वायौ प्रघातिनः तरङ्गान् उत्पादयति। एतेषु प्रघातिषु तरङ्गेषु अधिका ऊर्जा भवति। एतादृशैः प्रघातिभिः तरङ्गैः सह सम्बद्धे वायुपीडने परिवर्तनात् कश्चन अतीव तीव्रः तथा च प्रबलः ध्वनिः उत्पन्नः भवति यः तीव्रध्वनिः कथ्यते। पराध्वनिकवायुयानात् उत्पन्ने एतस्मिन् तीव्रध्वनौ एतावत्यां मात्रायाम् ऊर्जा भवति यत् एषः वातायनानां काचं त्रोटयितुं शक्नोति

प्रश्नः

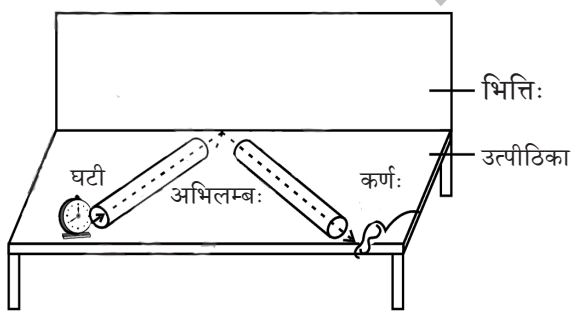
1. वायौ जले अथवा लौहे कस्मिन् माध्यमे ध्वनिः सर्वाधिकवेगेन चलति?

12.3 ध्वनेः परावर्तनम्

केनचित् सघनेन अथवा द्रवेण घट्टितः भूत्वा ध्वनिः तथैव प्रत्यागच्छति यथा किञ्चन घृषिकन्दुकं कयाचित् भित्त्या घट्टितं भूत्वा प्रत्यागच्छति। प्रकाशः इव ध्वनिः अपि कस्यचित् सघनस्य अथवा द्रवस्य पृष्ठतः परावर्तितः भवति तथा च परावर्तनस्य तेषाम् एव नियमानां पालनं करोति येषाम् अध्ययनं भवन्तः स्वस्य गतकक्ष्यासु कृतवन्तः सन्ति। परावर्तकपृष्ठस्य आपतनबिन्दौ कर्षितस्य अभिलम्बस्य तथा च ध्वनेः आपतनस्य दिशः तथा च परावर्तनस्य दिशः मध्ये निर्मितः कोणः परस्परं भवति तथा च एते त्रयः अपि एकस्मिन् तले भवन्ति। ध्वनितरङ्गाणां परावर्तनस्य कृते दीर्घाकार-अवरोधकस्य आवश्यकता भवति तत् परिमार्जितं स्यात् अथवा रूक्षं स्यात्।

क्रियाकलापः 12.5

- 12.11 चित्रम् इव एकसमानं नलिकाद्वयम् स्वीकुर्वन्तु। भवन्तः स्फोरकपत्रस्य साहाय्येन अपि नलिकां निर्मातुं शक्नुवन्ति।



चित्रम् 12.11 ध्वनेः परावर्तनम्

- नलिकानां दीर्घता पर्याप्ता भवेत् (स्फोरकपत्रस्य दीर्घतायाः समानम्)।
- एतान् भित्तेः समीपे कस्याञ्चित् उत्पीठिकायां व्यवस्थितान् कुर्वन्तु। एकस्याः नलिकायाः उद्धटितस्य शीर्षस्य पार्श्वे काञ्चित् घटीं स्थापयन्तु तथा च द्वितीयनलिकायाः शीर्षस्य पार्श्वतः घट्याः ध्वनिं श्रोतुं प्रयासं कुर्वन्तु।
- द्वयोः नलिकयोः स्थितिम् एवं प्रकारेण समायोजितां कुर्वन्तु येन भवन्तः सम्यक्तया स्पष्टरूपेण घट्याः ध्वनिं श्रोतुं शक्नुयुः।
- एतासां नलिकानां तथा च अभिलम्बानां माध्यमिककोणानां मापनं कुर्वन्तु तथा च एतेषां माध्यमिकसम्बन्धं पश्यन्तु।
- दक्षिणतः नलिकाम् ऊर्ध्वाधरदिशि किञ्चित् उन्नतिपर्यन्तम् उत्थापयन्तु तथा च पश्यन्तु किं भवति?

12.3.1 प्रतिध्वनिः

कस्यचित् उचितपरावर्तकवस्तुनः यथा कस्यचित् भवनस्य अथवा पर्वतस्य पार्श्वे यदि भवन्तः उच्चैः चीत्कुर्वन्ति अथवा तालिकां वादयन्ति तर्हि भवन्तः किञ्चित् कालानन्तरं तम् एव ध्वनिं पुनः श्रोष्यन्ति। भवद्भिः श्रूयमाणः एषः ध्वनिः प्रतिध्वनिः कथ्यते। अस्माकं मस्तिष्के ध्वनेः संवेदना प्रायः 0.1 s पर्यन्तं संरक्षिता भवति। स्पष्टं प्रतिध्वनिं श्रोतुं मूलध्वनेः तथा च परावर्तितध्वनेः मध्ये न्यूनातिन्यूनं 0.1 s इत्यस्य समयान्तरालम् अवश्यं भवेत्। यदि वयं कस्यचित् दत्तस्य तापस्य यथा 22°C उपरि ध्वनेः वेगः 344 m/s इति चिन्तयामः तर्हि ध्वनिः प्रतिरोधकपर्यन्तं गमने तथा च परावर्तनानन्तरं पुनः श्रोतुः पर्यन्तं 0.1 s पश्चात् प्राप्नुयात्। अतः श्रोतुः परावर्तकपृष्ठपर्यन्तं गमने तथा च आगमने ध्वनिद्वारा पर्यटिता समस्तदूरता न्यूनातिन्यूनं $(344 \text{ m/s}) \times 0.1 \text{ s} = 34.4 \text{ m}$ भवेत्। अतः स्पष्टप्रतिध्वनिं श्रोतुम् अवरोधकस्य ध्वनिस्रोतसः न्यूनतमदूरता ध्वनिद्वारा पर्यटितायाः समस्तदूरतायाः अर्धम् अर्थात् 17.2 m

अवश्यं भवेत्। एषा दूरता वायोः तापेन सह परिवर्तते यतोहि तापेन सह ध्वनेः वेगे अपि परिवर्तनं भवति। ध्वनेः वारं वारं परावर्तनस्य कारणेन अस्माभिः एकस्मात् अधिकाः ध्वनयः श्रोतुं शक्यन्ते। मेघानां गर्जनायाः ध्वनिः बहूनां परावर्तकपृष्ठानां यथा मेघानां तथा च भूमेः वारं वारं परावर्तनस्य फलस्वरूपतः उत्पन्नः भवति।

12.3.2 अनुरणनम्

कस्मिंश्चित् विशाले सभागारे उत्पद्यमानः ध्वनिः भित्तिभिः वारं वारं परावर्तनकारणेन बहुसमयपर्यन्तं संरक्षितः भवति यावत् पर्यन्तं एषः एतावान् न्यूनः न भवेत् यत् एतस्य श्रवणम् एव न भवेत्। एतत् वारं वारं परावर्तनम् अनुरणनं कथ्यते यस्य कारणेन ध्वनेः स्थायित्वं भवति। कस्मिंश्चित् सभाभवने अथवा विशाले सभागारे अत्यधिक-अनुरणनम् अत्यन्तम् अवाञ्छनीयम् अस्ति। अनुरणनं न्यूनीकर्तुं सभाभवनस्य छदीनां तथा च भित्तीनाम् उपरि ध्वनि-अवशोषकपदार्थाः यथा सम्पीडिततन्तुफलकं, रूक्षं प्रलेपनम् अथवा जवनिकाः स्थापिताः भवन्ति। शायिकानां पदार्थानां चयनम् एतेषां ध्वनि-अवशोषकगुणानाम् आधारेण अपि क्रियते।

उदाहरणम् 12.2 कश्चित् जनः कस्याश्चित् स्थितायाः

शिलायाः पार्श्वे तालिकां वादयति तथा च तस्याः प्रतिध्वनिः 5 s पश्चात् श्रूयते। यदि ध्वनेः वेगः 346 m s^{-1} स्वीक्रियते तर्हि शिलायाः तथा च मनुष्यस्य माध्यमिकदूरता कियती भविष्यति?

समाधानम्

ध्वनेः वेगः, $v = 346 \text{ m s}^{-1}$

प्रतिध्वनेः श्रवणे स्वीकृतः समयः $t = 5 \text{ s}$

ध्वनिद्वारा पर्यटिता दूरता

$$= v \times t = 346 \text{ m s}^{-1} \times 5 \text{ s} = 1730 \text{ m}$$

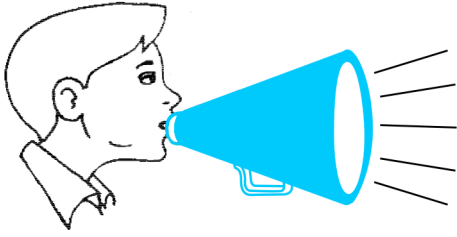
5s मध्ये ध्वनिः शिलायाः तथा च मनुष्यस्य माध्यमिकीं दूरतां पर्यटति। अतः एव शिलायाः मनुष्यस्य माध्यमिकदूरता $= 1730 \text{ m}/2 = 865 \text{ m}$

प्रश्नः

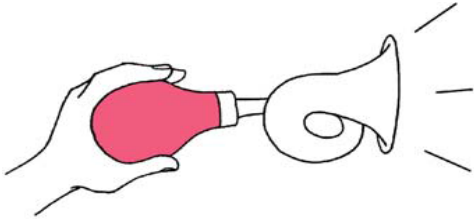
1. कश्चित् प्रतिध्वनिः 3 s पश्चात् श्रूयते। यदि ध्वनेः वेगः 342 m s⁻¹ स्यात् तर्हि स्रोतसः तथा च परावर्तकपृष्ठस्य मध्ये कियती दूरता भविष्यति?

13.3.3 ध्वनेः बहुलपरावर्तनस्य उपयोगः

1. मेगाफोन अथवा ध्वनिविस्तारकः, शृङ्गम्, गोविषाणिकः भेरी सदृशं वाद्ययन्त्रं सर्वम् अपि एतेन प्रकारेण निर्मायन्ते यथा ध्वनिः सर्वासु दिक्षु प्रसारं विना केवलम् एकस्यां विशेषदिशि एव गच्छति, यथा 12.12 चित्रे दर्शितम् अस्ति।



मेगाफोन

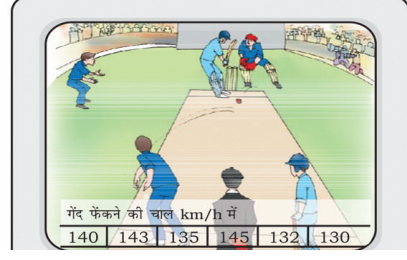


शृङ्गम्

चित्रम् 12.12 मेगाफोन , शृङ्गम्

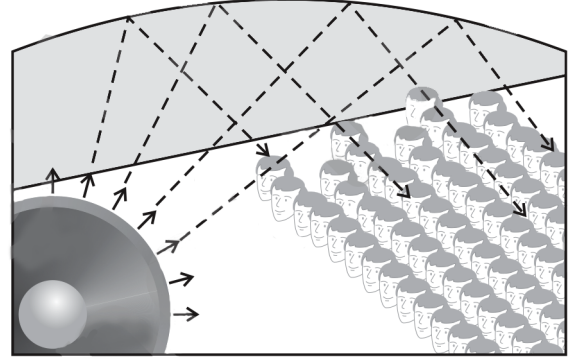
एतेषु यन्त्रेषु एकस्याः नलिकायाः अग्रिमः उद्धटितः भागः शंकवाकारः भवति। एषः स्रोतसः उत्पद्यमानान् ध्वनीन् वारं वारं परावर्त्य श्रोतृन् प्रति आगामिदिशि प्रेषयति।

2. स्पन्दमापिनी किञ्चन चिकित्सायन्त्रम् अस्ति यत् शरीरस्य अन्तः, मुख्यतः हृदये तथा च फुफ्फुसे, जायमानस्य ध्वनेः श्रवणे उपयुज्यते। स्पन्दमापिन्यां रुग्णस्य हृदयस्य स्पन्दस्य ध्वनिः, परावर्तनस्य कारणेन वैद्यस्य कर्णपर्यन्तं प्राप्नोति (12.13 चित्रे)।

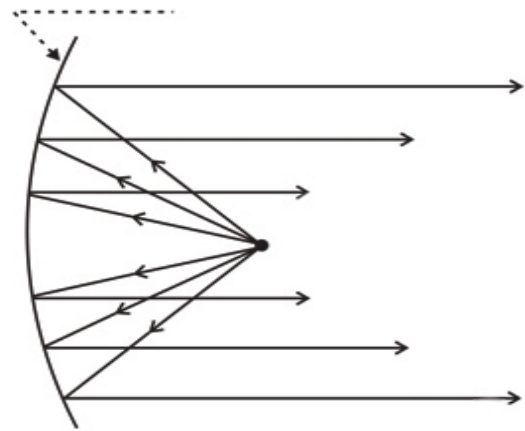


चित्रम् 12.13 स्पन्दमापिनी

3. सङ्गीतिप्रासादस्य सम्मेलनकक्षाणां तथा च चलच्चित्रगृहस्य छदिः वक्राकाररूपेण निर्मायते येन परावर्तनानन्तरं ध्वनिः सभागारस्य सर्वेषु भागेषु प्राप्नोति, यथा 12.14 चित्रे दर्शितम् अस्ति। यदा कदा वक्राकारध्वनिपट्टाः मञ्चस्य पृष्ठतः स्थाप्यन्ते येन ध्वनिः, ध्वनिपट्टात् परावर्तनानन्तरं समानरूपेण सम्पूर्णे सभागारे प्रसरेत् (12.15 चित्रे)।



चित्रम् 12.14 सम्मेलनकक्षयायाः वक्राकारछदिः



चित्रम् 12.15 विशाले सभागारे उपयुज्यमानाः ध्वनिपट्टाः

प्रश्नः

1. सङ्गीतिप्रासादस्य छदिः वक्राकारा किमर्थं भवति?

12.4 श्रव्यतायाः परिसरः

वयं सर्वे अपि आवृत्तेः ध्वनिं श्रोतुं न शक्नुमः। मनुष्येषु ध्वनिश्रव्यतायाः परिसरः प्रायः 20 Hz तः 20,000 Hz (one Hz = one cycle/s) पर्यन्तं भवति। पञ्च वर्षतः अल्पवयस्काः बालाः तथा च केचन जन्तवः यथा कुक्कुरः 25 kHz पर्यन्तं ध्वनिं श्रोतुं शक्नुवन्ति। यथा यथा जनानाम् आयुः वर्धते तथा तथा तेषां कर्णाः उच्च-आवृत्तीनां कृते अल्पसुग्राहिणः भवन्ति। 20 Hz तः न्यून-आवृत्तेः ध्वनिः अवश्रव्यध्वनिः कथ्यते। यदि वयम् अवश्रव्यध्वनिं श्रोतुम् अशक्ष्याम तर्हि कस्यचित् लोलकस्य कम्पनं तथैव श्रोतुम् अशक्ष्याम यथा वयं कस्याश्चित् मक्षिकायाः पक्षाणां कम्पनं श्रोतुं शक्नुमः। गण्डकः 5 Hz पर्यन्तम् आवृत्तेः अवश्रव्यध्वनिम् उपयुज्य सम्पर्कं स्थापयति। तिमिङ्गिलः तथा च गजः अवश्रव्यध्वनिः परिसरस्य ध्वनीन् उत्पादयति। एतत् दृष्टम् अस्ति यत् जन्तवः भूकम्पात् पूर्वम् एव उद्विग्नमनस्काः भवन्ति। भूकम्पः मुख्यप्रघातितरङ्गेभ्यः पूर्वम् अधस्तन-आवृत्तेः अवश्रव्यध्वनिम् उत्पादयति, यः प्रायः जन्तून् सावाधानान् करोति। 20 kHz तः अधिक-आवृत्तेः ध्वनयः पराश्रव्यध्वनयः कथ्यन्ते। शिशुमारः, जतुका तथा च सामुद्रिकशिशुमारप्रजातिविशेषः पराध्वनिम् उत्पादयन्ति। कासाञ्चन प्रजातीनां शलभानां श्रवणयन्त्रम् अत्यन्तं सुग्राहि भवति। एताः शलभाः जतुकाद्वारा उत्पन्नायाः उच्च-आवृत्तेः चींचीं ध्वनिं श्रोतुं शक्नुवन्ति। ताः स्वपरिसरे डयमानानां जतुकानां विषये सञ्ज्ञानं प्राप्नुवन्ति तथा च एतेन प्रकारेण आत्मानं ग्रहणात् रक्षितुं शक्नुवन्ति। मूषकाः अपि पराध्वनिम् उत्पाद्य काञ्चित् क्रीडां कर्तुं शक्नुवन्ति।

श्रवणसहायकयुक्तिः — ये जनाः न्यूनं शृण्वन्ति तेषां कृते एतस्य आवश्यकता भवति। एषा विद्युत्कोषेण चाल्यमाना काचित् वैद्युतकयुक्तिः अस्ति। एतस्यां कश्चन लघुध्वनिग्रहः, प्रवर्धकः तथा च कश्चित् ध्वनिविस्तारकः भवति। यदा ध्वनिः ध्वनिग्रहे पतति तदा सः ध्वनितरङ्गान् विद्युत्-सङ्केतेषु परिवर्तयति। प्रवर्धकः एतान् विद्युत्-सङ्केतान् प्रवर्धयति। एते सङ्केताः ध्वनिविस्तारकद्वारा ध्वनितरङ्गेषु परिवर्त्यन्ते। एते ध्वनितरङ्गाः कर्णस्य उपरि आपतन्ति तदा जनः ध्वनिं स्पष्टतया श्रोतुं शक्नोति।

प्रश्नः

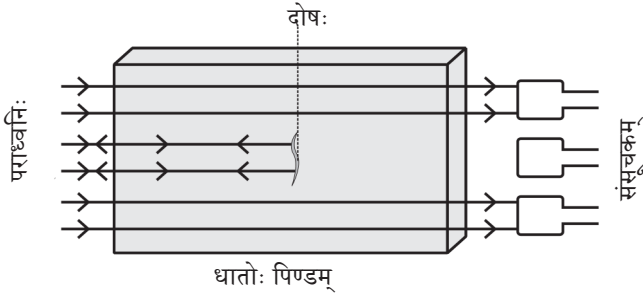
1. सामान्यजनानां कर्णयोः कृते श्रव्यतापरिसरः कः अस्ति?
2. अधोलिखितयोः सम्बद्धयोः आवृत्त्योः परिसरः कः अस्ति?
अवश्रव्यध्वनिः
पराध्वनिः

12.5 पराध्वनेः अनुप्रयोगः

पराध्वनयः उच्च-आवृत्तेः तरङ्गाः सन्ति। पराध्वनयः अवरोधानाम् उपस्थितौ अपि कस्मिंश्चित् निश्चिते मार्गे गमनं कुर्वन्ति। उद्योगानां तथा च चिकित्सायाः क्षेत्रे पराध्वनीनां विस्तृतरूपेण उपयोगः क्रियते।

- पराध्वनिः प्रायः तेषां भागानां स्वच्छीकरणे उपयुज्यते येषां समीपं यावत् गमनं कठिनं भवति यथा — सर्पिलाकारनलिका, विषमाकारघटकः, वैद्युतक-अवयवः इत्यादि। यानि वस्तूनि स्वच्छीकरणीयानि भवन्ति तानि मार्जनविलयने स्थाप्यन्ते तथा च एतस्मिन् विलयने पराध्वनितरङ्गाः प्रेष्यन्ते। उच्च-आवृत्तेः कारणेन धूलिः, चिक्कणता तथा च मलिनतायाः कणाः भिन्नाः भूत्वा अधः पतन्ति। एतेन प्रकारेण वस्तूनि पूर्णतया स्वच्छानि भवन्ति।
- पराध्वनेः उपयोगः धातोः पिण्डेषु विवराणां तथा च अन्यदोषाणां ज्ञानार्थं कर्तुं शक्यते। धात्विकघटकाः प्रायः विशालभवनस्य, सेतोः, यन्त्रस्य तथा च वैज्ञानिक-उपकरणानां निर्माणे उपयुज्यन्ते। धातोः पिण्डेषु विद्यमानं विवरं यत् बहिर्भागात् न दृश्यते

तत् भवनस्य अथवा सेतोः संरचनायाः दृढतां न्यूनीकरोति। पराध्वनितरङ्गाः धातोः पिण्डतः प्रेष्यते तथा च प्रेषिततरङ्गाणां संज्ञानं कर्तुं संसूचकानाम् उपयोगः क्रियते। यदि किञ्चित् अपि दोषः भवति तर्हि पराध्वनितरङ्गाः परिवर्तिताः भवन्ति ये च दोषस्य उपस्थितिं दर्शयन्ति (12.16 चित्रे)।



चित्रम् 12.16 पराध्वनिः धातोः पिण्डे दोषयुक्तात् स्थानात् परिवर्तिता भवति

साधारणः ध्वनिः यस्य तरङ्गदीर्घता अधिका भवति तस्य दोषयुक्तस्थानस्य कोणेभ्यः परिवर्त्य संसूचकपर्यन्तं प्राप्नोति अतः एतस्य ध्वनेः उपयोगः एतस्य कार्यस्य कृते कर्तुं न शक्यते।

पराध्वनितरङ्गान् हृदयस्य विभिन्नभागेभ्यः परावर्त्य हृदयस्य प्रतिबिम्बं निर्मायते। एषः विधिः “echo-cardiography” (ECG) कथ्यते।

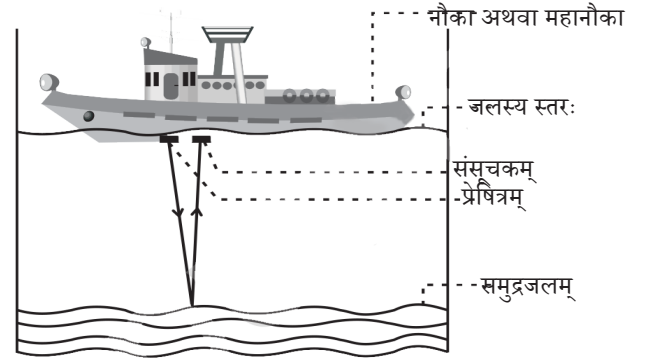
- पराध्वनिसंसूचकं किञ्चन तादृशं यन्त्रम् अस्ति यत् पराध्वनितरङ्गाणाम् उपयोगं कृत्वा मानवशरीरस्य आन्तरिक-अङ्गानां प्रतिबिम्बं प्राप्तुं कार्ये आनीयते। एतेन संसूचकेन रुग्णस्य अङ्गानि यथा यकृत्, पित्ताशयः, गर्भाशयः, वृक्कः इत्यादीनां प्रतिबिम्बं प्राप्तुं शक्यते। एतत् संसूचकं शरीरस्य असमानतासु यथा पित्ताशये तथा च वृक्के पाषाणस्य तथा च विभिन्न-अङ्गेषु मांसकीलस्य अन्वेषणे सहायतां करोति। एतस्मिन् प्रविधौ पराध्वनितरङ्गाः शरीरस्य ऊतकेषु गमनं कुर्वन्ति तथा च तस्मात् स्थानात् परावर्तिताः भवन्ति यत्र ऊतकस्य घनत्वे परिवर्तनं भवति। एतस्मात् परम् एते तरङ्गाः विद्युत्-सङ्केतेषु परिवर्त्यन्ते येन तस्य अङ्गस्य प्रतिबिम्बं निर्मितं स्यात्। एतत् प्रतिबिम्बं प्रदर्शकेन दर्शयते अथवा चलच्चित्रे मुद्राप्यते। एषः प्रविधिः पराश्रव्यचित्रणं

कथ्यते। पराश्रव्यचित्रणस्य उपयोगः गर्भावस्थायां भ्रूणस्य परीक्षणार्थं तथा च तस्य जन्मजातस्य दोषाणां तथा च तस्य वृद्धेः अनियमिततानां संज्ञानार्थं क्रियते।

- पराध्वनेः उपयोगः वृक्कस्य लघुपाषाणस्य सूक्ष्मकणेषु त्रोटनार्थम् अपि कर्तुं शक्यते। एते कणाः अनन्तरं मूत्रेण सह बहिः निर्गच्छन्ति।

12.5.1 सोनारयन्त्रम्

सोनारशब्दः Sound Navigation And Ranging द्वारा निर्मितः अस्ति। सोनारयन्त्रं काचित् तादृशी युक्तिः अस्ति यत्र जले स्थितपिण्डानां दूरतायाः, दिशः, तथा च वेगस्य मापनार्थं पराध्वनितरङ्गाणाम् उपयोगः क्रियते। सोनारयन्त्रं कथं कार्यं करोति? सोनारयन्त्रे एकं प्रेषित्रं तथा च संसूचकं भवति तथा च एतत् कस्याञ्चित् नौकायाम् अथवा महानौकायां 12.17 चित्रे दर्शितानुसारं प्रयुज्यते।



चित्रम् 12.17 प्रेषित्रद्वारा प्रेषितः तथा च संसूचकद्वारा गृहितः पराध्वनिः

प्रेषित्रं पराध्वनितरङ्गान् उत्पादयति तथा च प्रेषयति। एते तरङ्गाः जले चलन्ति तथा च समुद्रतले पिण्डेन घट्टनानन्तरं परावर्तिताः भूत्वा संसूचकद्वारा गृह्यन्ते। संसूचकं पराध्वनितरङ्गान् विद्युत्-सङ्केतेषु परिवर्तयति येषाम् उचितरूपेण व्याख्या क्रियते। जले ध्वनेः वेगस्य तथा च पराध्वनेः प्रेषणस्य तथा च अभिग्रहणस्य समये अन्तरालं ज्ञात्वा तस्य पिण्डस्य दूरतायाः गणना कर्तुं शक्यते यतः ध्वनितरङ्गाः परावर्तिताः सन्ति। चिन्तयन्तु पराध्वनिसङ्केतस्य प्रेषणस्य तथा च अभिग्रहणस्य समयान्तरालं t अस्ति तथा च समुद्रजले ध्वनेः वेगः v अस्ति। तदा तलात् पिण्डस्य दूरता $2d$ भविष्यति।

$$2d = v \times t$$

उपर्युक्तः विधिः प्रतिध्वनिकप्रसरः कथ्यते। सोनारयन्त्रस्य प्रविधेः उपयोगः समुद्रस्य गभीरतायाः ज्ञानार्थं तथा च जलस्य अन्तः स्थितशैलानां, शैलसन्धीनाम्, जलविगाहकस्य, हिमशैलानां, निमज्जितानां नौकानां ज्ञानार्थं क्रियते।

उदाहरणम् 12.3 काचित् नौका पराध्वनिम् उत्सृजति यः समुद्रतलात् परावर्त्य 3.42 s पश्चात् संसूच्यते। यदि समुद्रजले पराध्वनेः वेगः 1531 m/s स्यात् तर्हि समुद्रतलात् नौकायाः कियती दूरता भविष्यति?

समाधानम्

प्रेषणस्य तथा च संसूचकस्य मध्ये प्रयुक्तः समयः

$$t = 3.42 \text{ s}$$

समुद्रजले पराध्वनेः वेगः

$$v = 1531 \text{ m/s}$$

पराध्वनिद्वारा पर्यटिता दूरता = $2d$

यत्र d = समुद्रस्य गभीरता

$$2d = \text{ध्वनेः वेगः} \times \text{समयः}$$

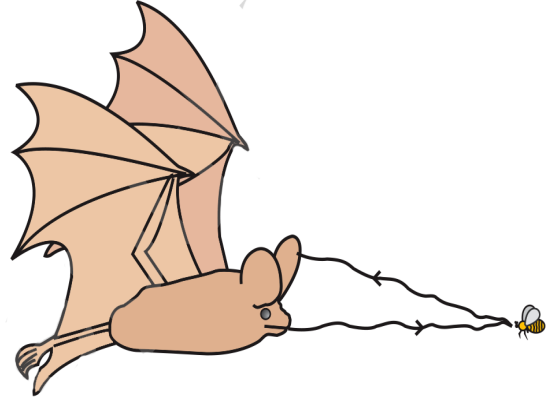
$$= 1531 \text{ m/s} \times 3.42 \text{ s} = 5236 \text{ m}$$

$$d = 5236 \text{ m} / 2 = 2618 \text{ m}$$

अतः नौकातः समुद्रतलस्य दूरता 2618 m

अथवा 2.62 km अस्ति।

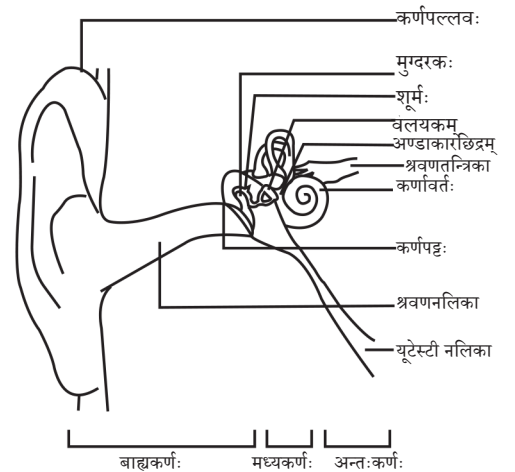
शिशुमारमत्स्याः अपि अन्धकारे सञ्चालनस्य अथवा भोजनस्य अन्वेषणे पराध्वनेः उपयोगं कुर्वन्ति।



चित्रम् 12.18 जतुकाद्वारा पराध्वनिः उत्सर्जितः भवति तथा च अवरोधस्य अथवा कीटस्य माध्यमेन परावर्तितः भवति

12.6 मानवकर्णस्य संरचना

वयं कथं शृणुमः? वयं कस्याश्चित् अतिसंवेदिन्याः युक्तेः साहाय्येन श्रोतुं शक्नुमः। यां वयं कर्णः इति वदामः। एषः कर्णः श्रवणीय-आवृत्तिद्वारा वायौ जायमानं पीडनपरिवर्तनं विद्युत्-सङ्केतेषु परिवर्तयति यत् श्रवणतन्त्रिकातः गच्छत् मस्तिष्कपर्यन्तं प्राप्नोति। मानवस्य कर्णद्वारा श्रवणप्रक्रियायाः पक्षविषये वयम् अत्र चर्चा करिष्यामः।



चित्रम् 12.19 मानवकर्णस्य श्रवणभागः

बाह्यकर्णः “कर्णपल्लवः” कथ्यते। एषः परिवेशात् ध्वनिम् एकत्र करोति। एकीकृतः ध्वनिः श्रवणनलिकातः निर्गच्छति। श्रवणनलिकायाः शीर्षे काचित् कृशा झिल्लिका

प्रश्नः

1. किञ्चन जलविगाहकं सोनार-स्पन्दम् उत्सृजति यत् च जलस्य अन्तः कयाचित् स्थितशिलया घट्टिता भूत्वा 1.02 s पश्चात् पुनः प्रत्यागच्छति। यदि क्षारे जले ध्वनेः वेगः 1531 m/s अस्ति तर्हि शिलायाः सम्पूर्णा दूरतां जानन्तु।

यथा पूर्वं वर्णितम् अस्ति यत् जतुका गहने अन्धकारे स्वस्य भोजनस्य अन्वेषणार्थं डायनसमये पराध्वनितरङ्गान् उत्सृजति तथा च परावर्तनानन्तरम् एतस्य संसूचनां करोति। जतुकाद्वारा उत्पन्न-उच्चतारत्वस्य पराध्वनिस्पन्दः अवरोधेन अथवा कीटेन परावर्तिता भूत्वा जतुकायाः कर्णपर्यन्तं प्राप्नोति (12.18 चित्रे)। एतेषां परावर्तितस्पन्दानां प्रकृत्या जतुका अवगच्छति यत् अवरोधः अथवा कीटः कुत्र अस्ति तथा च कीदृशः अस्ति।

भवति या कर्णपटहः अथवा कर्णपटहझिल्लिका कथ्यते। यदा माध्यमस्य सम्पीडनं कर्णपर्यन्तं प्राप्नोति तदा झिल्लिकायाः बहिर्भागे प्रयुज्यमानं पीडनं वर्धते तथा च एषः कर्णपटहः अन्तः प्रति पीडयति। एतेन एव प्रकारेण विरलनस्य प्राप्तौ कर्णपटहः बहिः प्रति गतिं करोति। एवं प्रकारेण कर्णपटहः कम्पनं करोति। मध्यकर्णे विद्यमानानि त्रीणि अस्थीनि {मुद्गरः, शूर्मः तथा च वलयकम् (स्टिरप)} एतत् कम्पनं

कतिपयगुणितं वर्धयन्ति। मध्यकर्णः ध्वनितरङ्गैः सह मेलकानि एतानि पीडनपरिवर्तनानि आन्तरिककर्णपर्यन्तं सञ्चारयति। आन्तरिके कर्णे कर्णावर्तद्वारा पीडनपरिवर्तनानि विद्युत्-सङ्केतेषु परिवर्त्यन्ते। एतान् विद्युत्-सङ्केतान् श्रवणनलिकाद्वारा मस्तिष्कपर्यन्तं प्रेष्यते तथा च मस्तिष्कम् एतस्य ध्वनिरूपेण व्याख्यां करोति।

भवन्तः

किम्

अधिगतवन्तः



- ध्वनिः विभिन्नवस्तूनां कम्पनकारणेन उत्पद्यते।
- ध्वनिः कस्मिंश्चित् द्रव्यात्मके माध्यमे अनुदीर्घतातरङ्गरूपेण सञ्चरितः भवति।
- ध्वनिः माध्यमे क्रमागतसम्पीडनरूपेण तथा च विरलनरूपेण सञ्चरितः भवति।
- ध्वनिसञ्चरणे माध्यमस्य कणाः अग्रे न वर्धन्ते केवलं विक्षोभः एव सञ्चरति।
- ध्वनिः निर्वाते सञ्चरितुं न शक्नोति।
- घनत्वस्य अधिकतममानात् न्यूनतममानं तथा च पुनः अधिकतममानस्य परिवर्तनेन एकं दोलनं पूर्णं भवति।
- सा न्यूनतमदूरता यस्याः उपरि कस्यचित् माध्यमस्य घनत्वम् अथवा पीडनम् आवर्तिरूपेण स्वस्य मानस्य पुनरावृत्तिं करोति सा ध्वनेः तरङ्गदीर्घता(λ) कथ्यते।
- तरङ्गद्वारा माध्यमस्य घनत्वस्य एकस्मिन् सम्पूर्णे दोलने स्वीकृतः समयः आवर्तकालः (T) कथ्यते।
- एकाङ्कसमये जायमानानां दोलनानां सम्पूर्णा संख्या आवृत्तिः (v) कथ्यते $v = \frac{1}{T}$.
- ध्वनेः वेगः (v), आवृत्तिः (V) तथा च तरङ्गदीर्घता (λ) मध्ये सम्बन्धः अस्ति, $v = \lambda v$
- ध्वनेः गतिः मुख्यतः सञ्चर्यमाणस्य माध्यमस्य प्रकृतौ तथा च तापे निर्भरा भवति।
- ध्वनेः परावर्तननियमानुसारं ध्वनेः आपतनस्य दिक् तथा च परावर्तनस्य दिक् परावर्तकस्तरे कर्षितस्य अभिलम्बस्य समानं कोणं निर्माति तथा च एतानि त्रीणि एकस्मिन् एव तले भवन्ति।
- स्पष्टं प्रतिध्वनिं श्रोतुं मूलध्वनेः तथा च परावर्तितध्वनेः मध्ये न्यूनातिन्यूनं 0.1 s समयान्तरालम् अवश्यं भवेत्।
- कस्मिंश्चित् सभागारे ध्वनिनिर्बन्धः वारं वारं परिवर्तनानां कारणेन भवति तथा च एतत् अनुरणनं कथ्यते।

- ध्वने: अभिलक्षणं यथा तारत्वम्, प्रबलता तथा च गुणता, सङ्गततरङ्गाणां गुणैः निर्धार्यन्ते।
- प्रबलता ध्वने: तीव्रतायाः कृते कर्णयोः शारीरिकी अनुक्रिया अस्ति।
- कस्माच्चित् एकाङ्कक्षेत्रफलात् एकस्मिन् क्षणे गम्यमाना ध्वनि-ऊर्जा ध्वने: तीव्रता कथ्यते।
- मानवेषु ध्वने: श्रव्यतायाः आवृत्तीनां सामान्यः प्रसरः 20 Hz तः 20 kHz पर्यन्तं भवति।
- श्रव्यतायाः प्रसरात् न्यून-आवृत्तीनां ध्वनिः “अवश्रव्यः” ध्वनिः कथ्यते तथा च श्रव्यतायाः प्रसरात् अधिक-आवृत्तेः ध्वनयः “पराध्वनयः” कथ्यन्ते।
- पराध्वने: चिकित्साक्षेत्रे तथा च प्रौद्योगिकक्षेत्रे अनेके उपयोगाः सन्ति।
- सोनारयन्त्रस्य प्रविधेः उपयोगः समुद्रस्य गभीरतायाः ज्ञानार्थं तथा च जले विलीनानां शिलानां, शैलसन्धीनां, जलविगाहकानां, हिमशैलानां, निमज्जितनौकानां च ज्ञानार्थं क्रियते।



अभ्यासः

1. ध्वनिः कः अस्ति तथा च एषः कथम् उत्पन्नः भवति?
2. कस्यचित् चित्रस्य साहाय्येन वर्णनं कुर्वन्तु यत् ध्वनेः स्रोतसः निकटे वायौ सम्पीडनं तथा च विरलनं कथम् उत्पन्नं भवति?
3. केन प्रयोगेण एतत् दर्शयितुं शक्यते यत् ध्वनिसञ्चरणस्य कृते कस्यचित् द्रव्यात्मकमाध्यमस्य आवश्यकता भवति।
4. ध्वनितरङ्गाणां प्रकृतिः अनुदीर्घता किमर्थम् अस्ति?
5. ध्वनेः किम् अभिलक्षणं कस्मिंश्चित् अन्धकारमये प्रकोष्ठे उपविष्टस्य भवतः मित्रस्य ध्वनिं परिचेतुं भवतः सहायतां करोति?
6. तडितः प्रकाशः तथा च गर्जनं सार्धम् एव उत्पद्यते। किन्तु प्रकाशस्य दर्शनानन्तरं किञ्चित् कालानन्तरं गर्जनं श्रूयते। एवं किमर्थं भवति?
7. कस्यचित् जनस्य सामान्यश्रव्यपरिसरः 20 Hz तः 20 kHz अस्ति। एतयोः द्वयोः आवृत्त्योः कृते ध्वनितरङ्गदीर्घतां जानन्तु। वायौ ध्वनेः वेगः 344 m s^{-1} स्वीकुर्वन्तु।
8. द्वौ बालकौ कस्याश्चित् स्फटयातुनलिकायाः द्वयोः शीर्षयोः उपरि स्तः। एकः बालकः नलिकायाः एकस्मिन् शीर्षे पाषाणेन आघातं करोति। द्वितीये शीर्षे स्थितबालकपर्यन्तं वायोः तथा च नलिकातः गम्यमानैः ध्वनितरङ्गैः स्वीकृतस्य समयस्य अनुपातं जानन्तु।
9. कस्यचित् ध्वनिस्रोतसः आवृत्तिः 100 Hz अस्ति। एकस्मिन् निमेषे एषा कति वारं कम्पनं करिष्यति?
10. किं ध्वनिः परावर्तनस्य तेषाम् एव नियमानां पालनं करोति येषां प्रकाशस्य तरङ्गाः कुर्वन्ति? एतान् नियमान् वदन्तु।
11. ध्वनेः किञ्चन स्रोतः कस्यचित् परावर्तकपृष्ठस्य पुरतः स्थापनेन तेन प्रदत्तस्य

ध्वनितरङ्गस्य प्रतिध्वनिः श्रूयते। यदि स्रोतसः तथा च परावर्तकपृष्ठस्य दूरता स्थिरा स्यात् तर्हि कस्मिन् दिने प्रतिध्वनिः अधिकं शीघ्रं श्रोष्यते — (क) यस्मिन् दिने तापः अधिकः स्यात्? (ख) यस्मिन् दिवसे तापः न्यूनः स्यात्?

12. ध्वनितरङ्गानां परावर्तनस्य द्वौ व्यावहारिकौ उपयोगौ लिखन्तु।
13. 500 मानम् उन्नत-अट्टस्य शिखरात् कश्चन पाषाणः अट्टस्य आधारे स्थिते कस्मिंश्चित् जलस्य तडागे पात्यते। जले एतस्य पतनस्य ध्वनिः अट्टे कदा श्रोष्यते? ($g = 10 \text{ m s}^{-2}$ तथा च ध्वनेः गतिः $= 340 \text{ m s}^{-1}$)
14. कश्चित् ध्वनितरङ्गः 339 m s^{-1} इत्यस्य वेगेन चलति। यदि एतस्य तरङ्गदीर्घता 1.5 cm स्यात्, तर्हि तरङ्गस्य आवृत्तिः कियती भविष्यति? किम् एषः श्रव्यः भविष्यति?
15. अनुरणनं किम् अस्ति? एतत् कथं न्यूनीकर्तुं शक्यते?
16. ध्वनेः प्रबलतया कः अभिप्रायः अस्ति? एषः केषां कारकाणाम् उपरि निर्भरं करोति?
17. जतुका स्वस्य आखेटं ग्रहीतुं पराध्वनेः उपयोगं केन प्रकारेण करोति? वर्णनं कुर्वन्तु।
18. वस्तूनि स्वच्छीकर्तुं पराध्वनेः उपयोगः कथं क्रियते?
19. सोनारयन्त्रस्य कार्यावधेः तथा च उपयोगानां वर्णनं कुर्वन्तु।
20. कस्मिंश्चित् जलविगाहके उपयुक्ता काचित् सोनारयुक्तिः सङ्केतं प्रेषयति तथा च तस्य प्रतिध्वनिः 5 s पश्चात् गृह्णाति। यदि जलविगाहकात् वस्तुनः दूरता 3625 m स्यात् तर्हि ध्वनेः गतिं गणयन्तु।
21. कस्यचित् धातोः पिण्डे दोषान् ज्ञातुं पराध्वनेः उपयोगः कथं क्रियते इति वर्णनं कुर्वन्तु।
22. मनुष्यस्य कर्णः केन प्रकारेण कार्यं करोति? विवेचनं कुर्वन्तु।

अध्यायः 13

वयं कथं रुग्णाः भवामः? (why Do We Fall III)

क्रियाकलापः 13.1

- वयं लातूरे भुजे कश्मीरादिषु च आगतं भूकम्पम् अथवा तटवर्तिभागप्रभावकस्य चक्रवातस्य विषये श्रुतवन्तः स्मः। यदि एतादृश्यः घटनाः अस्माकं परिसरे घटिताः स्युः तर्हि कल्पनां कुर्वन्तु यत् जनानां स्वास्थ्यं केन प्रकारेण प्रभावितं भविष्यति।
- एतासाम् आपत्तीनां वस्तुतः घटनासमये अस्मासु कः कः प्रभावः भविष्यति?
- आपत्तेः घटनानन्तरं कदा पर्यन्तं विविधस्वास्थ्यसम्बन्धिसमस्याः उत्पन्नाः भविष्यन्ति?
- प्रथमस्थितौ (आपत्तिसमये) स्वास्थ्यस्य उपरि कः प्रभावः भविष्यति? तथा च द्वितीयस्थितौ (आपत्तेः पश्चात्) स्वास्थ्यसम्बन्धिन्यः काः काः समस्याः उत्पन्नाः भविष्यन्ति?

एतस्य क्रियाकलापस्य समये वयम् एतत् अनुभवामः यत् मानवसमुदाये स्वास्थ्यस्य तथा च रोगस्य काचित् जटिलसमस्या अस्ति यस्याः कृते परस्परं सम्बद्धं बहुविधं कारकम् उत्तरदायि अस्ति। वयम् एतत् अपि अनुभवामः यत् “स्वास्थ्यस्य” तथा च “रोगस्य” अर्थः स्वयम् एव बहु जटिलः अस्ति। यदा वयं पृच्छामः यत् रोगाणां कारणं किं तथा च एतेषां नियन्त्रणं कथं भविष्यति? तदा अस्माभिः एतासाम् अवधारणानाम् अर्थः ज्ञातव्यः भविष्यति।

वयं जानीमः यत् कोशिकाः सजीवानां मौलिकघटकानि सन्ति। कोशिकाः विविधरासायनिकपदार्थैः यथा — प्रोभूजिनम्, कार्बोहाइड्रेट, वसा, अथवा लिपिड इत्यादिभिः निर्मिताः भवन्ति। यद्यपि चित्रे एते स्थिराः प्रतीयन्ते किन्तु एतेषु बहु सक्रियता प्राप्यते। एतस्य अन्तः काचित् क्रिया सदैव भवति। कोशिकाः एकस्मात् स्थानात् द्वितीयं स्थानं प्रति गतिशीलाः भवन्ति। यासु कोशिकासु गतिः न भवति तासु अपि किञ्चित् समीकरणं चलत् एव भवति। नूतनाः कोशिकाः निर्मीयमाणाः भवन्ति। अस्माकम् अङ्गेषु अथवा ऊतकेषु बह्व्यः विशिष्टाः क्रियाः चलन्त्यः

भवन्ति यथा — हृदयं स्फुरति, फुफ्फुसः श्वासं स्वीकरोति, वृक्के निस्स्यन्दनद्वारा मूत्रं निर्मितं भवति, मस्तिष्कं चिन्तयति। एताः सर्वाः अपि क्रियाः परस्परं सम्बद्धाः सन्ति। उदाहरणार्थं यदि वृक्के निस्स्यन्दनं न स्यात् तर्हि विषमयाः पदार्थाः अस्माकं शरीरे एकत्र भविष्यन्ति। एतस्यां परिस्थितौ मस्तिष्कम् उचितरीत्या चिन्तयितुं न शक्नोति। एताः सर्वाः पारस्परिकक्रियाः कर्तुम् ऊर्जायाः तथा च अपक्वपदार्थानाम् आवश्यकता भविष्यति। एते अपक्वपदार्थाः अस्माकं शरीरेण बहिर्भागात् प्राप्यन्ते अर्थात् कोशिकानां तथा च ऊतकानां कृते कार्यकरणार्थं भोजनस्य आवश्यकता भवति। एतादृशं किमपि कारकं यत् कोशिकाः तथा च ऊतकानि उचितरीत्या कार्यकरणात् अवरुणद्धि तत् अस्माकं शरीरस्य समुचितक्रियायां न्यूनतायाः कारणं भविष्यति।

उपर्युक्तानि सर्वाणि तथ्यानि मनसि स्थापयित्वा वयं स्वास्थ्यस्य तथा च रोगस्य अवधारणाम् अवगन्तुं शक्नुमः।

13.1 स्वास्थ्यं तथा च तस्य विफलता

13.1.1 “स्वास्थ्यस्य” महत्त्वं (सार्थकता)

वयं सर्वे अपि “स्वास्थ्य”शब्दं श्रुतवन्तः स्मः तथा च एतस्य शब्दस्य प्रयोगम् अपि प्रायः कुर्मः — यथा — वयं वदामः यत् “मम पितामह्याः स्वास्थ्यं सम्यक् नास्ति” इति। अस्माकम् अध्यापकाः अपि एतस्य शब्दस्य प्रयोगं कुर्वन्ति यदा वदन्ति “भवतः अभिवृत्तिः स्वस्था नास्ति” इति। एतस्य “स्वास्थ्य”शब्दस्य अर्थः कः अस्ति?

यदि वयम् एतस्मिन् विषये विचारं कुर्मः तर्हि वयं जानीमः यत् एतस्य अर्थः “कुशलता” इत्यनेन सह अस्ति। वयम् एतस्याः कुशलतायाः अर्थं “प्रभाविकार्यकरणम्” इति चिन्तयितुं शक्नुमः। अस्माकं पितामह्याः कृते आपणं गन्तुम् अथवा प्रतिवेशिगृहगन्तुं योग्यता “उत्तमस्वास्थ्यस्य” प्रतीकम् अस्ति। यदि सा एतत् कर्तुं योग्या नास्ति तर्हि वयं वदामः तस्याः स्वास्थ्यं सम्यक् नास्ति इति। यदा भवतां

रुचिः कक्ष्यायां पठने अस्ति तदा वयं वदामः भवताम् अभिवृत्तिः सम्यक् अस्ति इति तथा च यदि पठने रुचिः नास्ति तर्हि वदामः अभिवृत्तिः स्वस्था नास्ति इति। अतः स्वास्थ्यं तादृशी अवस्था अस्ति यस्याः अन्तर्गतं शारीरिकं, मानसिकं तथा च सामाजिकं कार्यं समुचितक्षमताद्वारा उचितरीत्या कर्तुं शक्यते।

13.1.2 व्यक्तिगताः तथा च सामुदायिकसमस्याः , उभयम् अपि स्वास्थ्यं प्रभावयति

स्वास्थ्यं कस्यचित् जनस्य शारीरिकस्य, मानसिकस्य तथा च सामाजिकजीवनक्षमतायाः पूर्णरूपेण समन्विता स्थितिः अस्ति चेत् कश्चित् अपि जनः एतत् स्वयमेव पूर्णरूपेण प्राप्तुं न शक्नोति। सर्वेषां जीवानां स्वास्थ्यं तेषां प्रतिवेशस्य अथवा तेषां परिसरस्य पर्यावरणे आधारितं भवति। पर्यावरणे भौतिककारकाणि आगच्छन्ति। उदाहरणार्थं चक्रवातः अस्माकं स्वास्थ्यं विविधप्रकारेण प्रभावयति।

किन्तु ततः अपि महत्त्वपूर्णम् एतत् अस्ति यत् मानवः समाजे निवसति। अतः अस्माकं सामाजिकं पर्यावरणम् अस्माकं व्यक्तिगतस्वास्थ्यस्य कृते अधिकं महत्त्वपूर्णम् अस्ति। वयं ग्रामेषु , नगरेषु अथवा महानगरेषु निवसामः। एतादृशेषु स्थानेषु अस्माकं भौतिकपर्यावरणस्य निर्धारणं सामाजिकपर्यावरणद्वारा एव भवति।

चिन्तयन्तु अवकरस्य उत्थापिकाः संस्थाः यदि अवकरस्य नाशं न कुर्वन्ति तर्हि किं भविष्यति? चिन्तयन्तु यदि जलनिर्गमाः स्वच्छाः न भवन्ति तर्हि किं भविष्यति? यदि अधिकमात्रायाम् अवकराः वीथीषु क्षिप्यन्ते अथवा उद्धटितासु कुल्यासु स्थगिते जले स्थिराः तिष्ठन्ति तर्हि अस्वास्थ्यस्य सम्भावना अधिका भवति। अतः सामुदायिकस्वच्छता व्यक्तिगतस्वास्थ्यस्य कृते महत्त्वपूर्णा अस्ति।

क्रियाकलापः 13.2

- परिजानन्तु यत् भवतां स्थानीयेन प्राधिकरणेन (पञ्चायत/नगरपालिकया) स्वच्छजलस्य आपूर्तिनिमित्तं के के उपायाः कृताः सन्ति?
- किं भवतां स्थाने सर्वैः निवासिभिः स्वच्छं जलं प्राप्यते?

क्रियाकलापः 13.3

- परिजानन्तु यत् भवतां स्थानीयप्राधिकरणेन भवतां स्थाने उत्पन्नस्य अवकरस्य प्रबन्धनं कथं क्रियते?
- किं प्राधिकरणद्वारा कृतः उपायः पर्याप्तः अस्ति?
- यदि न, तर्हि एतस्य परिष्काराय भवन्तः कान् परामर्शान् दास्यन्ति?
- भवन्तः स्वस्य गृहे दैनिकम् अथवा साप्ताहिकम् उत्पद्यमानम् अवकरं न्यूनीकर्तुं किं करिष्यन्ति?

स्वास्थ्यनिमित्तम् अस्माकं कृते भोजनस्य आवश्यकता भवति। एतत् भोजनं प्राप्तुम् अस्माभिः कार्यं करणीयं भवति। एतदर्थम् अस्माभिः कार्यकरणस्य अवसराः अन्वेषणीयाः भवन्ति। उत्तम-आर्थिकपरिस्थितिः तथा च कार्यम् अपि व्यक्तिगतस्वास्थ्यस्य कृते आवश्यकम् अस्ति।

स्वस्थाः भवितुम् अस्माकं प्रसन्नता अतीव आवश्यकी अस्ति। यदि केनचित् सह अस्माकं व्यवहारः सम्यक् नास्ति तथा च परस्परं भयं स्यात् तर्हि वयं प्रसन्नाः तथा च स्वस्थाः भवितुं न शक्नुमः। अतः व्यक्तिगतस्वास्थ्यस्य कृते सामाजिकी समानता अतीव आवश्यकी अस्ति। वयम् एतेन प्रकारेण एव चिन्तयितुं शक्नुमः यत् बह्व्यः सामुदायिकसमस्याः अस्माकं व्यक्तिगतस्वास्थ्यं कथं प्रभावयन्ति?

13.1.3 “निरोगे” तथा च “रोगमुक्ते” भेदः

यदि वयम् एतत् स्वास्थ्यं चिन्तयामः तर्हि रोगः अथवा व्याधिः कः अस्ति? आङ्ग्लीयः शब्दः (DIS+EASE) आत्मानं वर्णयति यत् वयं बाधितं (Disturbed) आराम- (Ease) रूपेण चिन्तयितुं शक्नुमः। रोगस्य द्वितीयः अर्थः भवति असुविधा। यद्यपि एतस्य शब्दार्थस्य प्रयोगः बहुसीमितः अस्ति। वयं रोगस्य विषये तदा वार्ता कुर्मः यदा अस्माकम् असुविधायाः विशिष्टस्य कारणस्य ज्ञानं भवति। एतस्य एषः अर्थः कदापि नास्ति यत् वयम् एतस्य उचितं तथा च अन्तिमम् उत्तरं जानीयाम, वयं कारणम् अज्ञात्वा एतत् वक्तुं शक्नुमः यत् कश्चित् जनः प्रवाहिकया ग्रस्तः अस्ति।

वयम् एतत् सरलतया ज्ञातुं शक्नुमः यत् विना केनचित् विशेषरोगेण अपि भवन्तः अस्वस्थाः भवितुम् अर्हन्ति। केवलं कश्चित् अपि रोगः नास्ति इत्यस्य अर्थः एषः नास्ति यत् भवन्तः स्वस्थाः सन्ति। नर्तकस्य कृते

उत्तमस्वास्थ्यस्य अर्थः भवति यत् सः शिष्टतापूर्वकं स्वस्य शरीरद्वारा विषमपरिस्थितीनां मुद्राम् अभिव्यक्तुं शक्नुयात्। सङ्गीतकारस्य कृते एतस्य अर्थः अस्ति यत् सः दीर्घश्वासं स्वीकर्तुं शक्नुयात् येन सः स्वस्य वंश्यां स्वरं नियन्त्रयितुं शक्नुयात्। अस्माकं कृते स्वस्य विशिष्टक्षमतां प्राप्तुम् अवसरः अपि वास्तविकस्वास्थ्यस्य कृते आवश्यकः अस्ति।

एवं प्रकारेण वयं कस्यचित् रोगस्य लक्षणानाम् अभिव्यक्तिं विना अपि अस्वस्थाः भवितुं शक्नुमः। एतत् एव कारणम् अस्ति यत् यदा वयं स्वास्थ्यस्य विषये चिन्तयामः तदा वयं समाजस्य तथा च समुदायस्य विषये चिन्तयामः। अपि च रोगस्य विषये चिन्तनसमये वयं केवलं स्वस्य विषये विचारं कुर्मः।

प्रश्नः

1. उत्तमस्वास्थ्यस्य आवश्यकं स्थितिद्वयं वदन्तु।
2. रोगमुक्तेः किमपि आवश्यकं परिस्थितिद्वयं वदन्तु।
3. किम् उपर्युक्तप्रश्नानाम् उत्तरं समानम् अस्ति अथवा भिन्नं, किमर्थम्?

13.2 रोगः तथा च कारणम्

13.2.1 रोगाः केन प्रकारेण दृश्यन्ते?

आगच्छन्तु, रोगस्य विषये इतोऽपि अधिकं चिन्तयामः। पूर्वम् एतत् यत् अस्माभिः कथं ज्ञायते यत् अस्माकं कश्चन रोगः अस्ति? अर्थात् कथं ज्ञायते यत् शरीरे कश्चन दोषः अस्ति? वयं षष्ठे अध्याये पठितवन्तः यत् अस्माकं शरीरे बहूनि ऊतकानि भवन्ति। एतानि ऊतकानि अस्माकं शरीरस्य क्रियात्मकतन्त्राणि अथवा अङ्गतन्त्राणि निर्मान्ति यानि शरीरस्य विभिन्नानि कार्याणि सम्पादयन्ति। प्रत्येकम् अङ्गतन्त्रे विशेष-अङ्गानि भवन्ति येषां विशेषकार्याणि भवन्ति, यथा — पाचनतन्त्रे आमाशयः, तथा च अन्त्राणि भवन्ति यानि अस्माभिः भुक्तम् अन्नं पचन्ति। पेशीभिः तथा च अस्थिभिः निर्मितं पेशीयम् अस्थिपञ्जरतन्त्रम्, अस्माकं शरीरं संरक्षति तथा च शरीरस्य गतौ सहायतां करोति।

यदा कश्चित् रोगः भवति तदा शरीरस्य एकस्मिन् अङ्गे अथवा अनेकेषु अङ्गेषु अपि च तन्त्रेषु क्रियायाम् अथवा संरचनायां दोषः परिलक्ष्यते। रोगस्य लक्षणम् अस्मान् दोषस्य सङ्केतं ददाति। एतेन प्रकारेण शिरोवेदना,

कासः, अतिसारः, कस्मिंश्चित् क्षते आस्रावः, एतानि सर्वाणि लक्षणानि सन्ति। एतैः लक्षणैः कस्यचित् रोगस्य अवश्यं ज्ञानं भवति। किन्तु एतैः स्पष्टं न भवति यत् कः रोगः अस्ति? उदाहरणार्थं शिरोवेदनायाः कारणं परीक्षायाः भयम् अथवा एतस्याः अर्थः मस्तिष्कज्वरः स्यात् अथवा विभिन्नेषु रोगेषु कश्चित् रोगः भवितुम् अर्हति।

रोगस्य चिह्नं तत् अस्ति यत् चिकित्सकः लक्षणानाम् आधारेण पश्यति। लक्षणं कस्यचित् विशेषरोगस्य विषये सुनिश्चितं सङ्केतं ददाति। चिकित्सकः रोगस्य सूक्ष्मं कारणं ज्ञातुं प्रयोगशालायां किञ्चन परीक्षणम् अपि कर्तुं शक्नोति।

13.2.2 तीव्रः (प्रचण्डः) तथा च दीर्घकालिकः

रोगः

रोगाणाम् अभिव्यक्तिः भिन्ना भिन्ना भवितुम् अर्हति तथा च विभिन्नकारकेषु निर्भरं करोति। एतेषु सर्वाधिकं स्पष्टं कारणं येन रोगस्य ज्ञानं भवति, सः अस्ति अवधिः। केषाञ्चन रोगाणाम् अवधिः न्यूनः भवति ये तीव्ररोगाः कथ्यन्ते। वयं सर्वे अपि अनुभूतवन्तः यत् कासः पीनसः अतीव न्यून-अवधिं यावत् तिष्ठन्ति। अन्ये एतादृशाः रोगाः सन्ति ये दीर्घ-अवधिं यावत् अथवा जीवनपर्यन्तं तिष्ठन्ति, एतादृशाः रोगाः दीर्घकालिकाः रोगाः कथ्यन्ते। एतस्य एकम् उदाहरणम् — शिलीपदः इति रोगः अस्ति। एषः भारतस्य केषुचित् क्षेत्रेषु सामान्यः अस्ति।

क्रियाकलापः-----13.4

- अधोलिखितं ज्ञातुं स्वस्य परिसरस्य पर्यावलोकनं कुर्वन्तु।
- गतेषु त्रिषु मासेषु कति जनाः तीव्ररोगेण ग्रस्ताः अभवन्?
- गतेषु त्रिषु मासेषु कति जनाः दीर्घकालिकरोगेण ग्रस्ताः अभवन्?
- भवतां परिसरे आहत्य कति जनाः दीर्घकालिकरोगेण ग्रस्ताः सन्ति?
- किम् उपर्युक्तस्य प्रश्नस्य प्रथमस्य तथा च द्वितीयस्य उत्तरं भिन्नम् अस्ति?
- किम् उपर्युक्तस्य प्रश्नस्य द्वितीयस्य तथा च तृतीयस्य उत्तरं भिन्नम् अस्ति?
- किं भवन्तः चिन्तयितुं शक्नुवन्ति यत् एतस्याः भिन्नतायाः
- किं कारणं भवितुम् अर्हति? एतस्याः भिन्नतायाः जनानां सामान्ये स्वास्थ्ये कः प्रभावः भविष्यति?

13.2.3 दीर्घकालिकः रोगः तथा च अस्वस्थता

यथा वयं कल्पनां कर्तुं शक्नुमः तीव्राणां तथा च दीर्घकालिकानां रोगाणाम् अस्माकं स्वास्थ्ये भिन्नाः भिन्नाः प्रभावाः भवन्ति इति। यदि कश्चित् अपि रोगः यः अस्माकं शरीरस्य कस्यचित् अपि भागस्य कार्यं प्रभावयति तर्हि सः अस्माकं सामान्यस्वास्थ्यम् अपि प्रभावयिष्यति। यतोहि सामान्यस्वास्थ्यस्य कृते शरीरस्य सर्वेषाम् अपि अङ्गानां समुचितं कार्यकरणम् आवश्यकम् अस्ति। किन्तु तीव्ररोगः यः अतीव न्यूनकालं यावत् तिष्ठति सः सामान्यस्वास्थ्यं प्रभावयितुं समयम् एव न प्राप्नोति किन्तु दीर्घकालिकः रोगः अस्माकं स्वास्थ्यं प्रभावयितुं शक्नोति।

उदाहरणार्थम् - कासस्य अथवा पीनस्य विषये चिन्तयन्तु यः अस्माकं शरीरे प्रायशः भवति एव। अस्मासु अधिकांशजनाः प्रायः एकस्मिन् सप्ताहे सम्यक् भवन्ति तथा च अस्माकं स्वास्थ्ये कश्चित् विशेषः कुप्रभावः न भवति। कासस्य कृते अथवा पीनस्य कृते अस्माकं भारः अपि न्यूनः न भवति, अस्माकं श्वासः अपि न वर्धते, वयं सर्वदा एव श्रान्तिम् अपि न अनुभवामः। किन्तु यदि वयं दीर्घकालिकरोगेण संक्रमिताः भवामः यथा फुफ्फुसस्य क्षयरोगः तर्हि बहूनि वर्षाणि रुग्णतायाः कारणेन भारः न्यूनीभवति तथा च सर्वदा श्रान्तिः अनुभूयते।

यदि भवन्तः तीव्ररोगेण पीडिताः सन्ति तर्हि भवन्तः कानिचन दिनानि विद्यालयं गन्तुं न शक्नुवन्ति किन्तु यदि दीर्घकालिकरोगेण पीडिताः सन्ति तर्हि वयं विद्यालये पाठम् अवगन्तुं बहु कठिनताम् अनुभविष्यामः तथा च अस्माकं पठनस्य क्षमता अपि न्यूनीभविष्यति अर्थात् वयं बहुसमयपर्यन्तं अस्वस्थाः भवितुं शक्नुमः। अतः दीर्घकालिकरोगः तीव्ररोगस्य अपेक्षया जनानां स्वास्थ्यस्य उपरि दीर्घकालं यावत् विपरीतं प्रभावं स्थापयति।

13.2.4 रोगस्य कारकम्

रोगस्य कानि कारणानि सन्ति? यदा वयं रोगस्य कारणविषये चिन्तयामः तदा अस्माभिः स्मरणीयं यत् एतस्य कारणस्य बहवः स्तराः भवन्ति। आगच्छन्तु एकम् उदाहरणं स्वीकुर्मः। यदि कश्चित् लघुबालः अतिसारेण ग्रस्तः अस्ति तर्हि वयं वक्तुं शक्नुमः यत् एतस्य कारणं विषाणुः अस्ति।

अतः रोगस्य तात्कालिकं कारणं विषाणुः अस्ति।

किन्तु अग्रिमः प्रश्नः उदेति यत् विषाणुः कुतः आगच्छति? चिन्तयन्तु अस्माभिः ज्ञायते विषाणुः दूषितजलपानात् आगच्छति इति। किन्तु अन्ये बालाः अपि दूषितं जलं पीतवन्तः। तदा एतस्य कारणं किम् अस्ति यत् एकः बालः एव अतिसारेण ग्रस्तः किन्तु अन्ये बालाः न ग्रस्ताः?

एतस्य एकं कारणम् एतत् अपि भवितुम् अर्हति यत् बालः स्वस्थः न स्यात्। यस्य परिणामतः एवं सम्भवति यत् यदा एषः बालः विषाणोः सम्पर्के आगच्छति तदा सः रुग्णः भवति किन्तु अन्ये बालाः ना। इदानीं प्रश्नः उदेति यत् बालः स्वस्थः किमर्थं नास्ति? प्रायः बालस्य पोषणं सम्यक् न स्यात् अथवा सः पर्याप्तं भोजनं कुर्वन् न स्यात्? अतः पर्याप्तपोषणस्य अभावः एव रोगस्य द्वितीयं कारणम् अस्ति। बालः पर्याप्तं पोषणं किमर्थं न प्राप्नोति? प्रायः बालस्य पितरौ निर्धनौ स्याताम्।

एतत् अपि सम्भवति यत् बाले आनुवंशिकभिन्नता स्यात् या विषाणोः सम्पर्के आगमनेन अतिसारेण प्रभाविता भवति। केवलम् आनुवंशिकभिन्नता अथवा न्यूनं पोषणम् अपि विना विषाणुम् अतिसारम् उत्पादयितुं न शक्नोति। किन्तु एतत् अपि रोगस्य कारणे सहयोगि भवति।

बालस्य कृते स्वच्छं जलं किमर्थम् उपलब्धं न आसीत्? कदाचित् यत्र बालस्य कुटुम्बिनः निवसन्ति तत्र अनुत्तमलोकसेवानां कारणेन स्वच्छं जलम् उपलब्धं न स्यात्। एवं प्रकारेण निर्धनतायाः लोकसेवानां च कारणेन अनुपलब्धता बालस्य रोगस्य तृतीयस्तरस्य कारणम् अस्ति।

एवं प्रकारेण इदानीं स्पष्टम् अभवत् यत् सर्वेषां रोगाणां तात्कालिककारणं तथा च सहायककारणं भवति। सहैव विभिन्नप्रकारकाणां रोगाणां स्थितेः एकं न अपितु बहूनि कारणानि भवन्ति।

13.2.5 सङ्क्रामकं तथा च असङ्क्रामकं कारकम्

वयं दृष्टवन्तः यत् यदा कदापि रोगस्य कारणविषये चिन्तयामः तदा अस्माभिः लोकस्वास्थ्यसम्बद्धं तथा च समुदायस्वास्थ्यसम्बद्धं कारकं मनसि अवश्यं स्थापनीयम्। वयम् एतस्मिन् विषये इतोऽपि चर्चा करिष्यामः रोगस्य तात्कालिककारणानां विषये चिन्तनं सम्यक् अस्ति,

यतोहि एतत् द्वयम् अपि भिन्नभिन्नप्रकारकं भवति। रोगस्य कारणस्य सङ्क्रामककारकनामकः कश्चन वर्गः अस्ति यत्र प्रायशः सूक्ष्मजीवाः भवन्ति। सः रोगः यस्य तात्कालिकं कारणं सूक्ष्मजीवाः भवन्ति ते सङ्क्रामकरोगाः कथ्यन्ते। एतस्य कारणम् एतत् अस्ति यत् सूक्ष्मजीवाः समुदाये प्रसरितुं शक्नुवन्ति तथा च एतेषां कारणेन जायमानाः रोगाः अपि एतैः सह वर्धन्ते।

एतेषां विषये चिन्तयन्तु

1. किं रुग्णस्य जनस्य सम्पर्के आगमनेन अपि रोगाः प्रसरन्ति?
2. एतादृशाः रोगाः के सन्ति ये न प्रसरन्ति?
3. मनुष्येषु ते रोगाः कथं भवन्ति ये रुग्णस्य सम्पर्के आगमनेन न प्रसरन्ति?

द्वितीये पक्षे केचन रोगाः एतादृशाः भवन्ति ये सङ्क्रामककारकद्वारा न भवन्ति। तेषां कारकाणि भिन्नानि भवन्ति। किन्तु तानि बाह्यकारकाणि यानि सूक्ष्मजीवाः न भवन्ति तानि समुदाये प्रसरितुं शक्नुवन्ति। यद्यपि एतानि बहुधा आन्तरिकाणि तथा च असङ्क्रामकाणि भवन्ति।

उदाहरणार्थम् - केचन कर्कट-आनुवंशिकाः असमानतायाः कारणेन भवन्ति। उच्चरक्तचापस्य कारणेन भारवृद्धिः तथा च व्यायामस्य अकरणम् अस्ति। भवन्तः एवम् एव अन्येषां रोगाणां विषये चिन्तयितुं शक्नुवन्ति।

पेप्टिकव्रणः तथा च नोबेलपुरस्कारः

बहुभ्यः वर्षेभ्यः वयम् एतत् एव चिन्तयामः स्म यत् पेप्टिकव्रणः यः आमाशये तथा च ग्रहण्याम् अम्लतासम्बद्धां वेदनां तथा च रक्तस्रावं करोति, तस्य कारणं जीवनशैल्याः विधिः अस्ति। प्रत्येकं जनः चिन्तयति यत् कष्टमयात् जीवनात् आमाशये अम्लतायाः स्रावः भवति यस्याः कारणेन पेप्टिकव्रणः भवति।

द्वौ आस्ट्रेलियावैज्ञानिकौ अन्विष्टवन्तौ यत् कश्चित् विषाणुः हेलिकोबैक्टर पायलोरी पेप्टिकव्रणस्य कारणम् अस्ति। पर्थ, आस्ट्रेलियायाः रोगविज्ञानी राबिनवारेनः (1937 तमे वर्षे जातः) एतान् लघुलघुवक्राकारविषाणून् अनेकरुग्णानाम् आमाशयस्य अधस्तने भागे दृष्टवान्। बैरीमार्शल (1951 तमे वर्षे जातः) नामकः कश्चित् चिकित्सकः वारेनस्य अन्वेषणे रुचिं दर्शितवान् तथा च सः

एतेभ्यः स्रोतोभ्यः विषाणूनां संवर्धने सफलतां प्राप्तवान्। स्वस्य उपचार-अध्ययने मार्शलः तथा च वारेनः ज्ञातवन्तौ यत् रुग्णस्य पेप्टिकव्रणस्य उपचारः तदा एव शक्यते यदा विषाणूनाम् आमाशये मारणं भवेत्। मार्शलस्य तथा च वारेनस्य एतस्य अद्भुतस्य कार्यस्य कृते विश्वसमुदायः आभारी अस्ति यत् पेप्टिकव्रणः इदानीं दीर्घकालिकः तथा च असहायस्थितिमयः रोगः नास्ति, किन्तु किञ्चित् कालं यावत् प्रतिजैविकस्य उपचारेण सम्यक् भवति।



एतस्य अन्वेषणस्य कृते मार्शलाय तथा च वारेनाय (चित्रं पश्यन्तु) शरीरक्रिया विज्ञानस्य तथा च औषधेः कृते 2005 तमे वर्षे संयुक्तरूपेण नोबेलपुरस्कारः प्रदत्तः।

रोगाणां प्रसारस्य विधिः तथा च तस्य उपचारस्य विधिः तथा च सामुदायिकस्तरे तस्य निवारणस्य विधिः विभिन्नरोगाणां कृते भिन्नः भिन्नः भवति। अत्र एतत् निर्भरं करोति यत् एतस्य तात्कालिकं कारणं सङ्क्रामकम् अस्ति अथवा असङ्क्रामकम्।

प्रश्नः

1. एतादृशानि त्रीणि कारणानि लिखन्तु येन भवन्तः चिन्तयन्ति यत् भवन्तः रुग्णाः सन्ति तथा च चिकित्सकस्य पार्श्वं गन्तुम् इच्छन्ति। यदि एतेषु एकम् अपि लक्षणं स्यात् तर्हि किं भवन्तः चिकित्सकस्य पार्श्वं गन्तुम् इच्छन्ति? किमर्थं तथा च किमर्थं न?
2. अधोलिखितेषु कस्य दीर्घकालं यावत् स्थितिकारणेन भवन्तः चिन्तयन्ति यत् भवतां स्वास्थ्यस्य उपरि अनुत्तमः प्रभावः भविष्यति तथा च किमर्थम्?
 - यदि भवन्तः पाण्डुरोगेण ग्रस्ताः सन्ति।
 - यदि भवतां शरीरे यूकाः सन्ति।
 - यदि भवन्तः युवगण्डेन ग्रस्ताः सन्ति।

13.3 सङ्क्रामकः रोगः

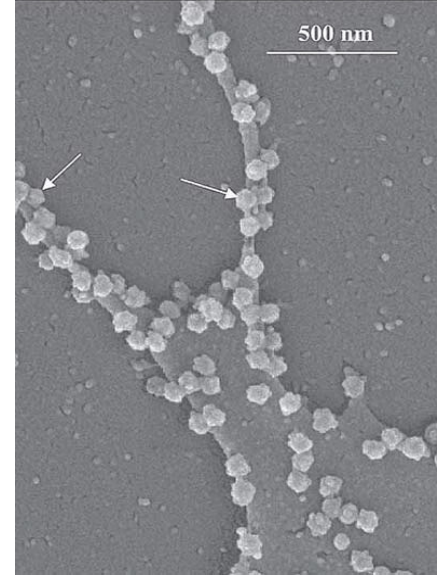
13.3.1 सङ्क्रामकं कारकम्

वयं दृष्टवन्तः यत् सजीवजगतः सम्पूर्णा विविधता केषुचित् एव वर्गेषु विभाजयितुं शक्यते। विभिन्नजीवानां वर्गीकरणं केषाञ्चन सामान्यगुणानाम् आधारेण क्रियते। रोगउत्पादकाः जीवाः एतेषु बहुषु वर्गेषु अन्तर्गताः भवन्ति। तेषु केचन विषाणवः, केचन कीटाणवः, कानिचन कवकानि, केचन एककोशिकाः जीवाः, अथवा एककणजीवाः सन्ति। केचन रोगाः बहुकोशिकजीवेभ्यः, तथा च विविधेभ्यः कृमिभ्यः अपि भवन्ति।

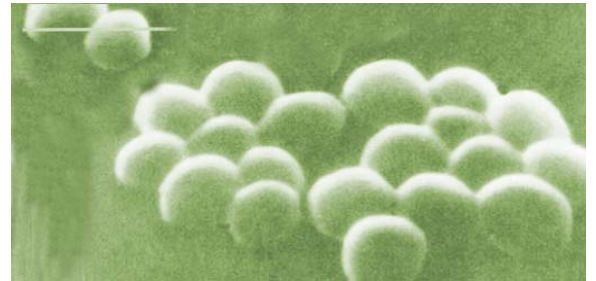
विषाणुभ्यः जायमानाः सामान्याः रोगाः सन्ति यथा - कासः, पीनसः, श्लेष्मरोगः, शूलास्थिज्वरः, तथा च एड्स। केचन रोगाः यथा विषमज्वरः, विसूचिका, क्षयरोगः तथा च एन्थ्रेक्स कीटाणुद्वारा भवन्ति। बहवः सामान्याः त्वक्-रोगाः विविधकवकद्वारा भवन्ति। एककणजीवेभ्यः शीतज्वरः तथा च कालाजारनामकरोगाः भवन्ति। वयम् अन्त्रकृमिसङ्क्रमणेन परिचिताः स्मः। एतादृशः एव शिलीपदनामकः रोगः अपि कृमेः विभिन्न-उपजातिद्वारा भवति।

एतत् किमर्थं महत्त्वपूर्णम् अस्ति यत् वयं सङ्क्रामककारकाणाम् एतेषां वर्गाणां विषये चिन्तयामः? एतस्य उत्तरम् एतत् अस्ति यत् एते वर्गाः उपचारस्य विधिं निर्धारयन्ति। एतेषां वर्गाणां प्रत्येकं सदस्यानां जैविकगुणेषु समानता अस्ति (यथा - विषाणुः, कीटाणुः इत्यादि)।

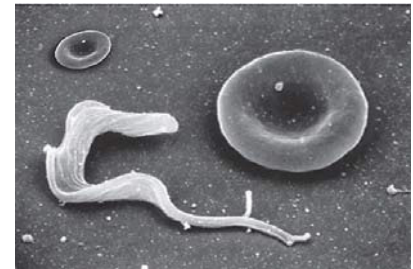
उदाहरणार्थं सर्वे अपि विषाणवः परपोषिणां कोशिकासु निवसन्ति किन्तु कीटाणुषु एतादृशं न्यूनम् एव भवति। विषाणौ, कीटाणौ तथा च कवके गुणनम् अत्यन्तं वेगेन भवति किन्तु तुलनात्मकरूपेण कृमौ गुणनं मन्दं भवति। वर्गीकरणस्य अनुसारं सर्वे अपि कीटाणवः परस्परं विषाणूनाम् अपेक्षया अधिकं समीपे भवन्ति। एवं विषाणौ अपि भवति। एतस्य अर्थः अस्ति यत् अनेकाः जैविकप्रक्रियाः सर्वेषु कीटाणुषु समानाः भवन्ति किन्तु विषाणुवर्गात् भिन्नाः भविष्यन्ति। एतस्य परिणामतः ओषधिः या कस्मिंश्चित् वर्गे काञ्चित् जैवप्रक्रियां स्थगयति तर्हि एषा तस्य वर्गस्य अन्यसदस्येषु अपि एतादृशम् एव प्रभावं करिष्यति। किन्तु सा एव ओषधिः अन्यवर्गेण सम्बद्धरोगाणुषु प्रभाविनी न भविष्यति।



चित्रम् 13.1 (क) सङ्क्रामितकोशिकातः बहिः निर्गच्छन् saras कीटाणुः चित्रे तीरद्वारा इङ्गितम् अस्ति। चित्रे श्वेतेरेखया 500 व्यमात्रा मापं दर्शयति यः च एकस्य प्रयुतिमानस्य अर्धम् अस्ति। एकं प्रयुतिमानं सहस्रमानस्य सहस्रतमस्य भागस्य समानम् अस्ति एतत् मापचित्रम् एतं विषयं दर्शयति यत् वयं कियन्ति सूक्ष्मवस्तुनि द्रष्टुं शक्नुमः। सौजन्येन इमर्जिंग इफेक्शस डिजीज, सीडीसी यू.एस., इत्यस्य जर्नल।



चित्रम् 13.1 (ख) स्टेफाइलोकोकाई कीटाणुः यः युवगण्डस्य कारकम् अस्ति। उपरि वामभागस्य रेखा 5 प्रयुतिमानस्य मापं दर्शयति।



चित्रम् 13.1 (ग) एककणजीवट्रिप्रोसोमा एतत् निद्रालुव्याधेः कारकम् अस्ति ट्रिप्रोसोमा स्थालीसदृशरक्तकोशिकया सह प्रतिलिपि-अधिकारः - ओरेगॉन हैल्थ एण्ड साईस यूनीवर्सिटी, यू.एस.



चित्रम् 13.1 (घ) लेशमानियाकालाजारव्याधिकारकः एककणजीवः एषः जीवः अण्डाकारः तथा च प्रत्येकस्मिन् काचित् कशासदृशी संरचना भवति विभज्यमानाः जीवाः तीरद्वारा दर्शिताः सन्ति ।



चित्रम् 13.1 (ङ) गोलकृमिः (एस्केरिस लुम्बीकोयडिस) लघु-अन्त्रे पात्यते 4cm इत्यस्याः मापिकायाः मापः एकस्य व्यस्कगोलकृमेः आकारस्य अनुमाननिमित्तम् अस्ति ।

वयं प्रतिजैविकस्य एव उदाहरणं स्वीकुर्मः। तत् सामान्यतः कीटाणोः महत्त्वपूर्णं जैवरासायनिकं मार्गं पिदधाति। उदाहरणतः, बहवः कीटाणवः स्वरक्षार्थं कोशिकाभित्तिं निर्मायन्ति। पेनिसिलीन, प्रतिजैविकं कीटाणोः कोशिकाभित्तिनिर्माणप्रक्रियां बाधते। एतस्य परिणामतः कीटाणवः कोशिकाभित्तिं निर्मातुं न शक्नुवन्ति तथा च सरलतया मरणं प्राप्नुवन्ति। मानवस्य कोशिकाः कोशिकाभित्तिं निर्मातुं न शक्नुवन्ति अतः पेनिसिलीन इत्यस्य प्रभावः अस्माकम् उपरि न भवति। पेनिसिलीन एतादृशान् सर्वान् कीटाणून् प्रभावयिष्यति यस्मिन् कोशिकाभित्तिनिर्माणप्रक्रिया भवति। एतेन एव प्रकारेण बहूनि प्रतिजैविकानि कीटाणूनां विभिन्नाः उपजातीः प्रभावयन्ति न तु केवलम् एकाम् एव उपजातिम्।

किन्तु विषाणौ एतादृशः मार्गः न भवति तथा च एतत् एव कारणम् अस्ति यत् किमपि प्रतिजैविकं विषाणुसङ्क्रमणस्य उपरि प्रभावकारि नास्ति। यदि वयं कासेन अथवा पीनसेन ग्रस्ताः स्मः तर्हि प्रतिजैविकस्वीकरणेन रोगस्य तीव्रता अथवा तस्य समय-अवधिः न न्यूनीभवति। यद्यपि, यदि विषाणुसङ्क्रमितेन कासेन तथा च पीनसेन सह कीटाणुसङ्क्रमणं भवति तर्हि प्रतिजैविकस्य उपयोगः लाभदायकः भविष्यति किन्तु तथापि प्रतिजैविकं कीटाणुसङ्क्रमणस्य उपरि एव उपयोगि भविष्यति न तु विषाणुसङ्क्रमणस्य उपरि।

क्रियाकलापः _____ 13.5

- परिजानन्तु यत् भवतां कक्ष्यायां केभ्यश्चित् दिनेभ्यः पूर्वं कतीनां विद्यार्थिनां कासः/पीनसः/ज्वरः जातः आसीत्।
- ते कति दिनानि यावत् रुग्णाः आसन्?
- एतेषु कति जनाः प्रतिजैविकस्य उपयोगं कृतवन्तः (स्वस्य पितरौ पृच्छन्तु यत् भवन्तौ प्रतिजैविकं स्वीकृतवन्तौ अथवा न?)
- ये प्रतिजैविकं स्वीकृतवन्तः ते कति दिनानि यावत् रुग्णाः आसन्?
- ये प्रतिजैविकं न स्वीकृतवन्तः ते कति दिनानि यावत् रुग्णाः आसन्?
- किम् एतयोः द्वयोः वर्गयोः मध्ये कश्चित् अपि भेदः अस्ति?
- यदि आम् तर्हि किमर्थम्? यदि न तर्हि किमर्थम्?

13.3.2 रोगप्रसारस्य साधनम्

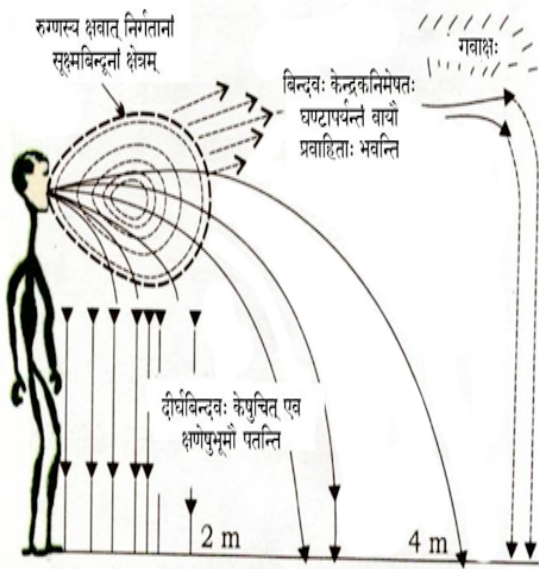
सङ्क्रामकरोगाः कथं प्रसरन्ति? बहूनि सूक्ष्मजीवीकारकाणि रुग्णात् अन्य स्वस्थमनुष्यपर्यन्तं विभिन्नविधिना प्रसरन्ति अर्थात् ते सञ्चारिताः भवितुं शक्नुवन्ति अतः एते सञ्चारिणः रोगाः कथ्यन्ते।

एतादृशानां रोगाणां सूक्ष्मजीवाः वायुद्वारा प्रसरन्ति। एवं तदा भवति यदा रुग्णः जनः क्षवं करोति अथवा कासं करोति। तस्मिन् समये लघुलघुबिन्दवः बहिः निर्गच्छन्ति। यदा तेषां समीपे कश्चित् अन्यः जनः गच्छति तदा श्वासद्वारा एते बिन्दवः तस्य शरीरं प्रविशन्ति। एतेन सूक्ष्मजीवाः नूतनं सङ्क्रमणं कर्तुम् अवसरं प्राप्नुवन्ति। वायुद्वारा प्रसरणस्य रोगस्य उदाहरणानि सन्ति – कासः, पीनसः, फुफ्फुसशोथः तथा च क्षयरोगः।

वयं सर्वे अपि एवम् अनुभूतवन्तः यत् यदा वयं

केनचित् कासेन अथवा पीनसेन ग्रस्तस्य जनस्य पार्श्वे उपविशामः तदा अस्माकम् अपि कासः, पीनसः भवति। यत्र अधिकः सम्मर्दः भवति तत्र वायुद्वारा प्रसरणशीलाः रोगाः अपि भविष्यन्ति।

जलद्वारा अपि रोगाः प्रसारितुं शक्नुवन्ति। यदा सङ्क्रमणीयरोगाः यथा विसूचिकया ग्रस्तस्य रुग्णस्य अपशिष्टे पेयजले मिलन्ति तथा च यदि कश्चित् स्वस्थः जनः ज्ञात्वा अथवा अज्ञात्वा एतत् जलं पिबति तर्हि रोगाणवः कञ्चन नूतनं पोषिणं प्राप्नुवन्ति येन सः अपि एतेन रोगेण ग्रस्तः भवति। एतादृशाः रोगाः प्रायशः स्वच्छजलस्य अनुपलब्धतया प्रसरन्ति। लघुलघुबिन्दवः वायुवेगेन सह निमेषात् घण्टापर्यन्तं वातावरणे प्रवाहिताः भवन्ति।



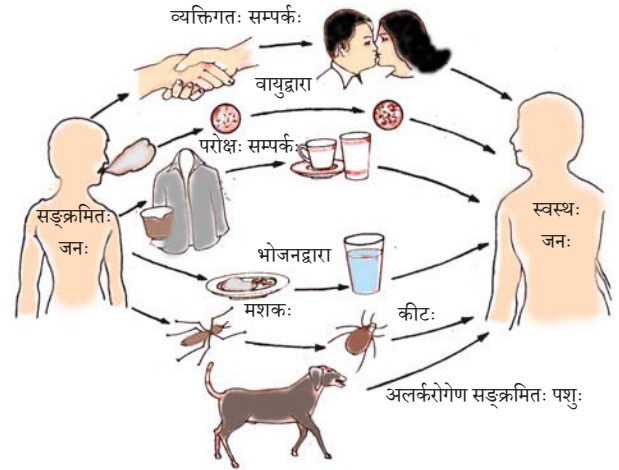
चित्रम् 13.2 वायुना वाहितरोगाणां सङ्क्रमणं रुग्णस्य पार्श्वे स्थितस्य जनस्य अपि भवितुम् अधिका सम्भावना भवति। अधिके सम्मर्दमये तथा च अल्पगवाक्षवत्सु गृहेषु वायुवाहितरोगाणां सम्भावना अधिका भवति।

लैङ्गिकक्रियाद्वारा द्वौ जनौ शारीरिकरूपेण परस्परं सम्पर्के आगच्छन्ति अतः एतत् आश्चर्यजनकं नास्ति यत् केचन सूक्ष्मजीवीयरोगाः सिफलिस अथवा एड्स लैङ्गिकसम्पर्कस्य समये एकस्मात् सहवासिनः द्वितीये सहवासिनि स्थानान्तरिताः भवेयुः। यद्यपि एतादृशाः लैङ्गिकसञ्चारिरोगाः सामान्यसम्पर्कः यथा हस्तमेलनम्, आलिङ्गनं, क्रीडा, मल्लक्रीडा, अथवा अन्यः कश्चित् विधिः यस्मिन् वयं सामाजिकरूपेण परस्परं सम्पर्के आगच्छामः तेन न प्रसरन्ति।

“AIDS” लैङ्गिकसम्पर्कम् अतिरिच्य

रिक्तस्थानान्तरणद्वारा अपि सङ्क्रमितं भवति, यथा - AIDS द्वारा ग्रस्तस्य जनस्य रक्तं स्वस्थाय जनाय स्थानान्तरितं क्रियते अथवा गर्भावस्थायां रुग्णायाः मातुः अथवा शिशोः स्तनपानद्वारा।

वयम् एतादृशे पर्यावरणे निवसामः यस्मिन् अस्मान् अतिरिच्य अन्ये जीवाः अपि निवसन्ति। अतः केचन रोगाः अन्यजन्तुद्वारा अपि सञ्चारिताः भवन्ति। एते जन्तुरोगाणवः (सङ्क्रामककारकाणि) अपि रुग्णात् आरभ्य अन्यं नूतनं पोषिणं यावत् प्रापयन्ति। अतः एते मध्यस्थस्य कार्यं कुर्वन्ति ये रोगवाहकाः कथ्यन्ते। सामान्यरोगवाहकस्य मशकः इति एकम् उदाहरणम् अस्ति। मशकस्य बह्व्यः एतादृश्यः उपजातयः भवन्ति यासां कृते अधिकपोषणस्य आवश्यकता भवति येन ते परिपक्वम् अण्डं जनयितुं शक्नुयुः। मशकः अनेकसमतापिप्राणिनः (येषु मनुष्यः अपि सम्मिलितः अस्ति) आश्रित्य निर्वाहं करोति। एवं प्रकारेण ते एकस्मात् मनुष्यात् द्वितीये मनुष्ये रोगं प्रसारयन्ति।



चित्रम् 13.3 रोगसङ्क्रमणस्य सामान्यविधयः

13.3.3 अङ्गविशिष्टा तथा च ऊतकविशिष्टा अभिव्यक्तिः

विभिन्नसाधनद्वारा रोग-उत्पादकाः सूक्ष्मजीवाः शरीरे प्रविशन्ति। पुनः एते कुत्र गच्छन्ति? सूक्ष्मजीवानाम् अपेक्षया शरीरं बहु विशालम् अस्ति। अतः अस्माकं शरीरे बहूनि स्थानानि, अङ्गानि, ऊतकादीनि सन्ति यत्र एते सूक्ष्मजीवाः गन्तुं शक्नुवन्ति। किं सर्वे अपि सूक्ष्मजीवाः एकस्मिन् एव अङ्गे अथवा ऊतके प्रविशन्ति अथवा भिन्ने भिन्ने स्थाने प्रविशन्ति?

सूक्ष्मजीवस्य विभिन्नाः उपजातयः शरीरस्य विभिन्नेषु भागेषु विकसिताः भवन्ति। एतादृशं चयनं तासां प्रवेशस्य स्थाने निर्भरं करोति। यदि एताः वायुतः नासिकाद्वारा प्रवेशं कुर्युः तर्हि एताः फुफ्फुसं गमिष्यन्ति। एवं कीटाणुद्वारा जायमाने क्षयरोगे भवति। यदि एताः मुखतः प्रविशन्ति तर्हि एताः आहारनलिकायां भविष्यन्ति, यथा विषमज्वरस्य उत्पादकाः कीटाः। अथवा एताः वृक्कं गमिष्यन्ति यथा यकृत-शोथ कीटाणवः ये पाण्डुरोग कारकाः भवन्ति।

किन्तु सर्वदा एवं न भवति। HIV विषाणुः यः लैङ्गिक-अङ्गद्वारा शरीरे प्रविशति तथा च लसीका ग्रन्थिषु प्रसरति। शीतज्वरस्य उत्पादकाः जीवाः ये मशकानां दशनेन शरीरे प्रविशन्ति ते यकृत मध्ये प्राप्यन्ते तदनन्तरं रक्तवर्णीयं रक्तं कोशिकासु आगच्छति। एतेन एव प्रकारेण जापानीमस्तिष्कज्वरस्य उत्पादकाः विषाणवः अपि मशकस्य दशनेन शरीरे प्रविशन्ति। किन्तु एतत् मस्तिष्कं संक्रमितं करोति।

यस्य ऊतकस्य अथवा अङ्गस्य उपरि सूक्ष्मजीवाः आक्रमणं कुर्वन्ति रोगस्य लक्षणं तथा च चिह्नं तस्मिन् एव निर्भरं करोति। यदि फुफ्फुसस्य उपरि आक्रमणं भवति तर्हि लक्षणं कासः तथा च अल्पश्वासस्य आगमनं भविष्यति। यदि मस्तिष्कस्य उपरि आक्रमणं भवति तर्हि शिरोवेदना, वमनं, शिरोभ्रमणम्, अचैतन्यम् आगमिष्यति। यदि वयम् एतत् जानीमः यत् कस्मिन् ऊतके अथवा कस्मिन् अङ्गे आक्रमणं जातम् अस्ति तथा च तस्य कार्यं किम् अस्ति तर्हि वयं सङ्क्रमणचिह्नस्य तथा च लक्षणस्य अनुमानं कर्तुं शक्नुमः।

सङ्क्रामकरोगाणाम् ऊतकस्य विशिष्टप्रभावम् अतिरिच्य तस्य अन्ये सामान्याः प्रभावाः अपि भवन्ति। प्रायशः सामान्यप्रभावः एतस्य उपरि निर्भरं करोति यत् सङ्क्रमणात् शरीरस्य प्रतिरक्षातन्त्रं क्रियाशीलं भवेत् किञ्चन सक्रियं प्रतिरक्षातन्त्रं प्रभावितम् ऊतकं परितः रोग-उत्पादकान् सूक्ष्मजीवान् मारयितुं विभिन्नाः कोशिकाः निर्माति। नूतनकोशिकानां निर्माणस्य प्रक्रमः शोथः कथ्यते। एतस्य प्रक्रमस्य अन्तर्गतः स्थानीयः प्रभावः यथा शोथः, वेदना, तथा च सामान्यः प्रभावः यथा ज्वरः भवति।

केषुचित् प्रसङ्गेषु सङ्क्रमणस्य विशिष्टानि ऊतकानि अति सामान्यं प्रभावं लक्षयन्ति। उदाहरणतया

– HIV सङ्क्रमणे विषाणवः प्रतिरक्षातन्त्रं प्रति गच्छन्ति तथा च एतस्य कार्यस्य नाशं कुर्वन्ति। एतेन प्रकारेण HIV-AIDS तः बहवः प्रभावाः एतदर्थं भवन्ति यतोहि अस्माकं शरीरं प्रतिदिनं जायमानानां लघुसङ्क्रमणानां प्रतिरोधं कर्तुं शक्नोति। सामान्यकासात् अथवा पीनसात् अपि फुफ्फुसशोथः भवितुम् अर्हति। एतेन एव प्रकारेण आहारनलिकायाः सङ्क्रमणेन रक्तयुक्ता प्रवाहिका भवितुम् अर्हति। अन्ततः एतानि अन्यानि सङ्क्रमणानि एव HIV-AIDS इत्यस्य रुग्णस्य मृत्योः कारणानि भवन्ति।

अस्माभिः एतत् अपि स्मरणीयं यत् रोगस्य तीव्रतायाः अभिव्यक्तिः शरीरे स्थितसूक्ष्मजीवानां संख्यायां निर्भरं करोति। यदि सूक्ष्मजीवानां संख्या अतीव न्यूना अस्ति तर्हि रोगस्य अभिव्यक्तिः अपि न्यूना भविष्यति। यदि तेषाम् एव सूक्ष्मजीवानां संख्या अधिका भविष्यति तर्हि रोगस्य अभिव्यक्तिः एतावती तीव्रा भविष्यति यत् जीवनस्य कृते अपि घातकं भवितुम् अर्हति। प्रतिरक्षातन्त्रं किञ्चन प्रमुखं कारकम् अस्ति यत् शरीरे जीवितानां सूक्ष्मजीवानां संख्यां निर्धारयति। एतस्मिन् विषये वयम् एतस्य अध्यायस्य अन्ते पठिष्यामः।

13.3.4 उपचारस्य नियमाः

यदा भवन्तः रुग्णाः भवन्ति तदा भवतां कुटुम्बस्य सदस्याः किं कुर्वन्ति? किं भवन्तः कदाचित् अपि चिन्तितवन्तः यत् भवन्तः किञ्चित् कालं शयनानन्तरं सम्यक् किमर्थम् अनुभवन्ति? उपचारे ओषधीनाम् उपयोगं कदा कुर्वन्ति?

इदानीं पर्यन्तं ज्ञानस्य आधारेण एवम् अनुभूयते यत् सङ्क्रामकरोगाणाम् उपचारस्य द्वौ उपायौ स्तः। प्रथमः तु एषः यत् रोगस्य प्रभावं न्यूनीकुर्वन्तु तथा च द्वितीयः रोगस्य कारणं समापयन्तु। प्रथमस्य उपायस्य कृते वयम् एतादृशम् उपचारं कुर्मः येन लक्षणं न्यूनीभवेत्। लक्षणं प्रायः शोथस्य कारणेन भवति। उदाहरणार्थं ज्वरं, वेदनाम् अथवा अतिसारं न्यूनीकर्तुम् ओषधेः प्रयोगः क्रियते। वयं विश्रान्तिं स्वीकृत्य ऊर्जायाः संरक्षणं कर्तुं शक्नुमः या अस्माकं स्वास्थ्ये सहायिका भविष्यति।

किन्तु एतादृशः लक्षण-आधारितः उपचारः स्वयम् एव सङ्क्रामकजीवान् न समापयिष्यति तथा च रोगाः नष्टाः

न भविष्यन्ति। एतदर्थम् अस्माभिः सूक्ष्मजीवाः मारणीयाः एव भविष्यन्ति।

वयं सूक्ष्मजीवान् कथं मारयामः? सूक्ष्मजीवान् मारयितुम् कश्चन विधिः अस्ति ओषधीनाम् उपयोगकरणम्। वयं पूर्वम् एव पठितवन्तः स्मः यत् सूक्ष्मजीवाः विभिन्नेषु वर्गेषु अन्तर्भवन्ति। एते सन्ति विषाणवः, कीटाणवः, कवकानि अथवा एककणजीवाः। जीवानां प्रत्येकस्मिन् वर्गे काश्चन आवश्यकः जैवरासायनिकः प्रक्रियाः भविष्यन्ति याः एतस्य वर्गस्य कृते विशिष्टाः भविष्यन्ति तथा च अन्येषु वर्गेषु न भविष्यन्ति। एताः प्रक्रियाः नूतनपदार्थानां निर्माणस्य विभिन्नाः चरणाः अथवा श्वसनानि भवितुम् अर्हन्ति।

एतेषां मार्गाणाम् उपयोगं वयं न कुर्मः। उदाहरणार्थम्, अस्माकं कोशिकाः एतादृशैः प्रक्रमैः नूतनपदार्थान् निर्मातुं शक्नुवन्ति ये कीटाणोः प्रक्रमात् भिन्नाः स्युः। अस्माभिः एतादृश्याः ओषधेः उपयोगः करणीयः या अस्माकं शरीरं प्रभावितम् अकृत्वा एव कीटाणोः संश्लेषिणं मार्गम् अवरोद्धुं शक्नुयात्। एवं प्रतिजैविकेन सम्भवति। एतेन एव प्रकारेण काश्चन एतादृश्याः ओषधयः सन्ति याः फुफ्फुसशोथस्य परजीविनः एककणजीवान् मारयन्ति।

विषाणुरोधि-ओषधेः निर्माणं प्रतिजीवाणु ओषधेः निर्माणस्य अपेक्षया कठिनम् अस्ति। एतस्य कारणम् अस्ति यत् कीटाणौ स्वस्य जैवरासायनिकी प्रक्रिया भवति किन्तु विषाणौ स्वीया रासायनिकी प्रणाली अतीव न्यूना भवति। विषाणवः अस्माकं शरीरे प्रविशन्ति तथा च स्वस्य जीवनप्रक्रियार्थम् अस्माकं यन्त्रस्य उपयोगं कुर्वन्ति। एतस्य अर्थः एषः अस्ति यत् आक्रमणं कर्तुम् अपेक्षाकृतं न्यूनं विषाणुविशिष्टं लक्ष्यं भवति। एतावत्यः सीमाः सन्ति चेत् अपि इदानीं प्रभावशालिविषाणुरोधि-ओषधयः उपलब्धाः सन्ति, उदाहरणार्थं, HIV सङ्क्रमणं नियन्त्रयितुम् ओषधिः।

13.3.5 निवारणस्य सिद्धान्तः

एतावत् पर्यन्तं वयं पठितवन्तः यत् कस्मिंश्चित् जने कश्चित् रोगः अस्ति चेत् सङ्क्रमणात् मुक्तिः प्राप्तुं शक्यते। सङ्क्रामकरोगात् मुक्तिं प्राप्तुं तिस्रः सीमाः सन्ति। प्रथमा एषा यत् यदि कश्चित् वारं वारं रुग्णः भवति तर्हि तस्य शारीरिककार्याणि अतीव क्षतिग्रस्तानि भवन्ति तथा च सः पुनः पूर्णरूपेण स्वस्थः न भवति। द्वितीया एषा अस्ति

यत् उपचारे दीर्घः समयः कदाचित् उपयुक्तः भवेत् अर्थात् उचितः उपचारः कृतः चेत् अपि रुग्णेन शय्यायां दीर्घकालं यावत् विश्रान्तिः स्वीकरणीया भवेत्। तृतीया एषा अस्ति यत् सङ्क्रमितः रुग्णः अन्येषु जनेषु रोगप्रसारस्य स्रोतः भवितुम् अर्हति एतेन उपर्युक्तकठिनताः प्रवृद्धाः भविष्यन्ति। अतः एव रोगाणां निवारणम् उपचारस्य अपेक्षया सम्यक् अस्ति।

वयं रोगाणां निवारणं कथं कर्तुं शक्नुमः? एतस्य द्वौ विधी स्तः। प्रथमः सामान्यः द्वितीयः रोगविशिष्टः च। सङ्क्रमणात् रक्षणस्य सामान्यः विधिः अस्ति रुग्णात् दूरे भवेम। एतेन वयं सङ्क्रामकसूक्ष्मजीवेभ्यः आत्मरक्षणं कर्तुं शक्नुमः?

यदि वयं तेषां प्रसरणस्य विधीन् जानीमः तर्हि अस्माकं बहु सरलता भविष्यति। वायुज सूक्ष्मजीवेभ्यः आत्मरक्षणार्थम् अस्माभिः विस्तृते स्थाने भवितव्यं तथा च सम्मर्दमये स्थाने न भवितव्यम्। तोयज सूक्ष्मजीवेभ्यः आत्मरक्षणार्थम् अस्माभिः स्वच्छं जलं पातव्यम्। एतदर्थं भवन्तः जले स्थितान् सूक्ष्मजीवान् मारयितुम् उपायं कर्तुं शक्नुवन्ति। रोगवाहकसूक्ष्मजीवेभ्यः आत्मरक्षणार्थम् अस्माभिः स्वच्छे वातावरणे भवितव्यम्। एतादृशे वातावरणे मशकाः न उत्पद्यन्ते अर्थात् सङ्क्रामकरोगेभ्यः आत्मरक्षणार्थं स्वच्छता आवश्यकी अस्ति।

पर्यावरणेन सह सम्बद्धं विषयम् अतिरिच्य सङ्क्रामकरोगेभ्यः आत्मरक्षणस्य इतोऽपि अन्ये सामान्याः नियमाः सन्ति। नियमानां विषये वार्ताकरणात् पूर्वं वयं कञ्चन प्रश्नं पृच्छामः यस्य उपरि एतावत् पर्यन्तं ध्यानं न दत्तम् अस्ति। प्रायः वयं प्रतिदिनं सङ्क्रमणात् निर्गच्छामः। यदि कक्ष्यायां कश्चित् छात्रः कासेन अथवा पीनसेन पीडितः अस्ति तर्हि एवं सम्भवति यत् तं परितः छात्राः अपि सङ्क्रमिताः स्युः। किन्तु वयं सर्वे अपि वस्तुतः रोगेण पीडिताः न भवामः। एवं किमर्थं न भवति?

एतस्य कारणम् अस्ति यत् अस्माकं शरीरे स्थितं प्रतिरक्षातन्त्रं यत् रोगाणुभिः सह युध्यति। अस्माकं शरीरे विशिष्टाः कोशिकाः भवन्ति याः रोगाणून् मारयन्ति। अस्माकं शरीरे यदा कश्चित् सङ्क्रामकरोगाणुः आगच्छति तदा एव कोशिकाः सक्रियाः भवन्ति। यदि एताः तान् मारयन्ति तर्हि अस्माकं रोगः न भविष्यति। प्रतिरोधिकोशिकाः

सङ्क्रमणस्य प्रसारात् पूर्वम् एव समापयन्ति। यथा वयं पूर्वं दृष्टवन्तः यत् यदि रोगाणूनां संख्या नियन्त्रिता भवति तर्हि रोगस्य अभिव्यक्तिः अतीव न्यूना भविष्यति। अर्थात् सङ्क्रामकरोगाणुभिः सङ्क्रमणस्य अर्थः एषः नास्ति यत् अस्माकं कश्चित् विशेषः रोगः अस्ति।

गभीरः सङ्क्रामकरोगः प्रतिरोधितन्त्रस्य असफलतां दर्शयति प्रतिरोधितन्त्रम् अस्माकं शरीरे स्थितानि अन्यानि तन्त्राणि इव सफलं न भविष्यति यदि अस्माभिः पर्याप्तं भोजनं तथा च पोषणं प्राप्तं न स्यात्। अतः सङ्क्रामकरोगेभ्यः आत्मरक्षणार्थं द्वितीया मूलभूता आवश्यकता अस्ति उचितमात्रायां सर्वेषां कृते भोजनस्य उपलब्धता।

क्रियाकलापः 13.6

- स्वस्य स्थाने किञ्चन सर्वेक्षणं कुर्वन्तु। दशभिः कुटुम्बिभिः सह चर्चां कुर्वन्तु येषां जीवनशैली उच्चस्तरीया अस्ति ये च सम्यक्तया निवसन्ति तथा च दश तादृशानि कुटुम्बानि स्वीकुर्वन्तु यानि भवताम् अनुमानस्य अनुसारं निर्धनानि सन्ति। एतयोः द्वयोः कुटुम्बयोः बालाः भवेयुः येषाम् आयुः पञ्चवर्षतः न्यूनं स्यात्। प्रत्येकं बालस्य उन्नततां मापयन्तु तथा च आयुः लिखन्तु तथा च एकं चित्रणं निर्मान्तु।
- किं वर्गे कश्चित् भेदः अस्ति? यदि आम् तर्हि किमर्थम्?
- यदि तस्मिन् कश्चित् भेदः नास्ति तर्हि किं भवन्तः एतं निष्कर्षं प्राप्तुं शक्नुवन्ति यत् स्वास्थ्यस्य कृते धनिकानां तथा च निर्धनानां किमपि महत्त्वं नास्ति?

एते सङ्क्रमणात् आत्मरक्षणस्य सामान्याः विधयः सन्ति। विशिष्टाः विधयः के सन्ति? एते प्रतिरोधितन्त्रस्य विशिष्टैः गुणैः सह सम्बद्धाः सन्ति ये प्रायः रोगाणुभिः सह युध्यन्तः भवन्ति। एतत् अवगन्तुं किञ्चन उदाहरणं स्वीकुर्मः।

एतेषु दिनेषु सम्पूर्णे विश्वे मसूरिका नास्ति। किन्तु शतवर्षेभ्यः पूर्वं मसूरिका बहु भवति स्म। एतादृश्यां स्थितौ जनाः रुग्णस्य पार्श्वं गन्तुं बिभ्यति स्म। यतोहि तेषां भयं भवति स्म यत् कदाचित् तेषाम् अपि मसूरिका न भवेत्।

किन्तु तादृशः अपि कश्चित् वर्गः आसीत् यः मसूरिकायाः न बिभेति स्म। एषः वर्गः मसूरिकायाः रुग्णानां सेवां करोति स्म। एषः सः वर्गः आसीत् यः अतीव

भयानकरूपेण मसूरिकया पीडितः आसीत्। किन्तु तथापि जीवितः आसीत् किन्तु तेषां शरीरे बहूनि मसूरिकायाः चिह्नानि आसन्। अर्थात् यदि भवतां शरीरे एकवारं मसूरिका भवति तर्हि पुनः भवतां शरीरे मसूरिकायाः सम्भावना न भवति। अतः एकवारं रोगः अभवत् चेत् पुनः तस्मात् एव रोगात् आत्मरक्षणस्य एषः कश्चित् विधिः अस्ति।

एवम् एतदर्थं भवति यतोहि यदा रोगाणवः प्रतिरोधितन्त्रे प्रथमवारम् आक्रमणं कुर्वन्ति तदा प्रतिरोधितन्त्रं रोगाणून् प्रति क्रियां करोति तथा च पुनः एतत् विशिष्टरूपेण स्मरणे स्थापयति। एवं प्रकारेण यदा तादृशाः एव रोगाणवः पुनः तस्य सम्पर्के आगच्छन्ति तदा पूर्णशक्त्या सः तान् नाशयति। एतस्मात् पूर्वं सङ्क्रमणस्य अपेक्षया द्वितीयसङ्क्रमणं शीघ्रम् एव समाप्तं भवति। एषः प्रतिरोधनियमस्य आधारः अस्ति।

इदानीं वयं वदामः यत् टीकाकरणस्य सामान्यः नियमः एषः अस्ति यत् शरीरे विशिष्टस्य सङ्क्रमणस्य प्रवेशं कारयित्वा प्रतिरोधितन्त्रं वञ्चयितुं शक्नुमः। सः तेषां रोगाणूनाम् अनुकरणं करोति ये टीकाद्वारा शरीरे प्रविष्टाः सन्ति। एते वस्तुतः रोगान् न उत्पादयन्ति अपि तु रोगकारकान् रोगाणून् ततः परं रोगकरणात् निवारयन्ति।



प्रतिरोधः

परम्परायाः अनुसारं भारतीयचिकित्सातन्त्रे तथा च चीनचिकित्सातन्त्रे यदा कदा ज्ञात्वा एव मसूरिकया पीडितजनस्य तथा च स्वस्थजनस्य त्वक् परस्परं घर्ष्यते स्म।

तेषां तथा आशा आसीत् यत् एतस्य कारणेन मसूरिकायाः मन्दरोगाणवः स्वस्थजनस्य शरीरे रोगप्रतिरोधकक्षमताम् उत्पादयिष्यन्ति।

वर्षद्वयात् पूर्वं कश्चित् आंग्लचिकित्सकः यस्य नाम एडवर्ड जेनरः आसीत् सः ज्ञातवान् यत् गोपाः येषां गोमसूरिका जाता आसीत् तेषां सङ्क्रमणसमये अपि मसूरिका न अभवत्। गोमसूरिका मन्दरोगः अस्ति। जेनरः ज्ञात्वा जनानां कृते गोमसूरिकां दत्तवान् (यथा चित्रे दर्शितम् अस्ति)। एतस्मात् सः प्राप्तवान् यत् इदानीं ते जनाः मसूरिकायाः प्रतिरोधिनः सन्ति। एतस्य कारणम् अस्ति

यत् मसूरिकायाः कीटाणवः गोमसूरिकायाः विषाणूनां निकटसम्बन्धिनः सन्ति। लैटिनमध्ये Cow (गोः) अर्थः अस्ति “वाक्का” तथा च Cowpox (गोमसूरिकायाः) अर्थः अस्ति “वैक्सीनिया”। एतेन आधारेण वैक्सीन अर्थात् टीका शब्दः आगतः अस्ति, यस्य वयम् अद्यत्वे उपयोगं कुर्मः।

एतादृश्यः बह्व्यः टीकाः अद्यत्वे उपलभ्यन्ते याः सङ्क्रामकरोगाणां निवारणं कुर्वन्ति तथा च रोगनिवारणस्य विशिष्टं साधनम् अपि प्रददति। धनुर्वातः , प्रबलासः , प्रणादकासः , मसूरिका, पोलियो, इत्यादयः टीकाः उपलभ्यन्ते। एते बालान् सङ्क्रामकरोगात् रक्षितुं सर्वकारीयाः कार्यक्रमाः सन्ति।

एतादृशाः कार्यक्रमाः तदा एव सफलाः भवन्ति यदा एतादृशी स्वास्थ्यसुविधा सर्वैः बालैः प्राप्ता स्यात्। किं भवन्तः एतस्य कारणं चिन्तयितुं शक्नुवन्ति यत् एवं किमर्थं भवेत्?

यकृत्-शोथस्य केचन विषाणवः येषां कारणेन पाण्डुरोगः भवति ते जलद्वारा सञ्चारिताः भवन्ति। क यकृत्-शोथस्य कृते टीका उपलब्धा अस्ति। किन्तु देशस्य अधिकांशभागेषु यदा बालस्य आयुः पञ्च वर्षाणि भवति तदा पर्यन्तं सः क यकृत्-शोथं प्रति प्रतिरोधित्वेन सिद्धः भवति। एतस्य कारणम् अस्ति यत् सः जलद्वारा विषाणोः प्रभावे आगतः स्यात्। एतासु परिस्थितिषु किं भवन्तः टीकाकरणं कारयिष्यन्ति?

क्रियाकलापः 13.7

- सङ्क्रमिताः कुक्कुराः अथवा अन्ये जन्तवः यदि कर्तयन्ति तर्हि अलर्करोगस्य विषाणवः प्रसरन्ति। मनुष्यस्य तथा च जन्तूनां कृते अलर्करोधिटीकाः उपलब्धाः सन्ति। परिजानन्तु यत् भवतां परिसरे स्थानीयप्रशासनद्वारा अलर्क स्थगयितुं किं क्रियते? किम् एषः उपायः पर्याप्तः अस्ति? यदि न तर्हि भवन्तः एतस्य परिष्काराय कं परामर्शं दास्यन्ति?

प्रश्नः

- यदा भवन्तः रुग्णाः भवन्ति तदा भवतां कृते सुपाच्यं तथा च पोषणयुक्तं भोजनं कर्तुं परामर्शः किमर्थं दीयते?
- सङ्क्रामकरोगस्य प्रसरणविधयः के के सन्ति?
- सङ्क्रामकरोगान् प्रसरणात् स्थगयितुं भवतां विद्यालये का का सावधानता आवश्यकी अस्ति?
- प्रतिरक्षीकरणं किम् अस्ति?
- भवतां समीपस्थे स्वास्थ्यकेन्द्रे टीकाकरणस्य कृते के के कार्यक्रमाः उपलब्धाः सन्ति? भवतां क्षेत्रे काः काः स्वास्थ्यसम्बद्धाः मुख्याः समस्याः सन्ति?



भवन्तः

किम्

अधिगतवन्तः

- स्वास्थ्यं मानवस्य शारीरिकी, मानसिकी तथा च सामाजिकजीवनस्य काचित् समग्रसमन्विता अवस्था अस्ति।
- कस्यचित् स्वास्थ्यं तस्य भौतिकवातावरणे तथा च आर्थिक-अवस्थायां निर्भरं करोति।
- रोगाणाम् अवधेः आधारेण एते तीव्रे अथवा दीर्घकालिके वर्गे विभाजयितुं शक्यन्ते।
- रोगस्य कारकं सङ्क्रामकम् अथवा असङ्क्रामकं भवितुम् अर्हति।
- सङ्क्रामकं कारकजीवानां विभिन्नवर्गेभ्यः भवितुम् अर्हति। एते एककोशिकजीवाः अथवा बहुकोशिकजीवाः भवितुम् अर्हन्ति।
- रोगस्य उपचारः तस्य कारकरोगाणूनां वर्गस्य आधारेण क्रियते।
- सङ्क्रामकं कारकवायुद्वारा, जलद्वारा, शारीरिकसम्पर्कद्वारा अथवा रोगवाहकद्वारा प्रसरन्ति।
- रोगाणां निवारणं सफल-उपचारस्य अपेक्षया सम्यक् अस्ति।
- सङ्क्रामकरोगाणां निवारणं जनस्वास्थ्यस्वच्छताविधिद्वारा कर्तुं शक्यते येन सङ्क्रामककारकं न्यूनीभवति।
- टीकाकरणद्वारा सङ्क्रामकरोगाणां निवारणं कर्तुं शक्यते।
- सङ्क्रामकरोगाणां निवारणं प्रभावशालि कर्तुम् आवश्यकम् अस्ति यत् सार्वजनिकस्वच्छतायाः तथा च टीकाकरणस्य सुविधा सर्वेषां कृते उपलब्धा भवेत्।

अभ्यासः



1. गते एकस्मिन् वर्षे भवन्तः कति वारं रुग्णाः अभवन्? रोगः कः आसीत्?
(क) एतान् रोगान् दूरीकर्तुं भवन्तः स्वस्य दिनचर्यायां किं परिवर्तनं करिष्यन्ति?
(ख) एतेभ्यः रोगेभ्यः रक्षणार्थं भवन्तः स्वपरिसरे किं परिवर्तनं कर्तुम् इच्छन्ति?
2. वैद्यः/परिचारिका /स्वास्थ्यकर्मचारी अन्येषां जनानाम् अपेक्षया रुग्णानां सम्पर्के अधिकं भवन्ति। परिजानन्तु यत् ते आत्मानं रोगात् कथं रक्षन्ति?
3. स्वस्य परिसरे एकं सर्वेक्षणं कुर्वन्तु तथा च परिजानन्तु यत् सामान्यतः के त्रयः रोगाः भवन्ति? एतान् रोगान् प्रसरणात् स्थगयितुं स्वस्थानीयप्रशासनस्य कृते सूचनां ददतु।
4. कश्चित् बालः स्वरोगस्य विषये वक्तुं न शक्नोति। वयं कथं जानीमः यत्
(क) बालः रुग्णः अस्ति।
(ख) तस्य कः रोगः अस्ति?

5. अधोलिखितासु कासु परिस्थितिषु कश्चित् जनः पुनः रुग्णः भवितुम् अर्हति? किमर्थम्?
- (क) यदा सः शीतज्वरात् सम्यक् जायमानः अस्ति।
- (ख) सः शीतज्वरात् सम्यक् जातः अस्ति तथा च मसूरिकया पीडितस्य रुग्णस्य सेवां कुर्वन् अस्ति।
- (ग) शीतज्वरात् सम्यक् भूत्वा चत्वारि दिनानि उपवासं करोति तथा च मसूरिकया पीडितस्य जनस्य सेवां कुर्वन् अस्ति?
6. अधोलिखितासु कासु परिस्थितिषु भवन्तः रुग्णाः भवितुम् अर्हन्ति? किमर्थम्?
- (क) यदा भवतां परीक्षायाः समयः अस्ति?
- (ख) यदा भवन्तः लोकयाने अथवा रेलयाने दिनद्वयं यात्रां कृतवन्तः सन्ति?
- (ग) यदा भवतां मित्रं मसूरिकया पीडितः अस्ति।

अध्यायः 14

प्राकृतिकी सम्पद् (Natural Resources)

वयं जानीमः यत् अस्माकं पृथिवी एव कश्चित् तादृशः ग्रहः अस्ति यत्र जीवनं विद्यमानम् अस्ति। पृथिव्यां जीवनं बहूनां कारकाणाम् उपरि निर्भरं करोति। वयम् एतत् अपि जानीमः यत् जीवनस्य कृते परिवेशतापस्य, जलस्य तथा च भोजनस्य आवश्यकता भवति। पृथिव्याम् उपलब्धानां सर्वविधानाम् अपि जीवानां मूल-आवश्यकतायाः पूर्तये सूर्यात् ऊर्जायाः तथा च पृथिव्याम् उपलब्धायाः सम्पदः आवश्यकता भवति।

पृथिव्याम् एताः सम्पदः काः काः सन्ति?

एताः जलं, स्थलं वायुः च सन्ति। पृथिव्याः सर्वतः बाह्यस्तरः स्थलमण्डलं कथ्यते। पृथिव्याः 75 प्रतिशतभागे जलम् अस्ति। एतत् भूमिगतजलरूपेण अपि प्राप्यते। एतत् सर्वम् अपि जलमण्डलं कथ्यते। वायुः यः सम्पूर्णं पृथिवीं कम्बलवत् आच्छाद्य तिष्ठति तत् वायुमण्डलं कथ्यते। जीविताः पदार्थाः तत्रैव प्राप्यन्ते यत्र एते त्रयः अवयवाः स्थिताः भवन्ति। जीवनस्य कृते आश्रयदायकं पृथिव्याः क्षेत्रं यत्र वायुमण्डलं, स्थलमण्डलं तथा च जलमण्डलं परस्परं मिलित्वा जीवनं सम्भावयति तत् जीवमण्डलनाम्ना ज्ञायते। सजीवाः जीवमण्डलस्य जैविकं घटकं निर्मायन्ति। वायुः, जलं तथा च मृत्तिका जीवमण्डलस्य निर्जीवं घटकम् अस्ति। आगच्छन्तु इदानीं एतेषां अजैवघटकानां यानि पृथिव्यां जीवनस्य सम्पोषणाय आवश्यकानि सन्ति तेषां भूमिकायाः विस्तृतम् अध्ययनं कुर्मः।

14.1 जीवनस्य श्वासः वायुः

वयं प्रथमे अध्याये वायोः घटकानां विषये पठितवन्तः स्मः। एतत् बहूनां वातानां यथा— भूयातेः, प्राणवायोः, अङ्गाराम्लवायोः, तथा च जलबाष्पस्य मिश्रणम् अस्ति। एतत् ज्ञानं रुचिकरम् अस्ति यत् पृथिव्यां जीवनं वायोः घटकस्य परिणामः अस्ति। शुक्रसदृशे तथा च मङ्गलसदृशे ग्रहे यस्मिन् किमपि जीवनं नास्ति तस्मिन्

वायुमण्डलस्य मुख्यं घटकम् अङ्गाराम्लवायुः अस्ति। वस्तुतः शुक्रग्रहस्य तथा च मङ्गलग्रहस्य वायुमण्डले 95 तः 97 प्रतिशतपर्यन्तम् अङ्गाराम्लवायुः अस्ति।

सुकेन्द्रिककोशिकानां तथा च बह्वीनाम् अकेन्द्रिककोशिकानां द्राक्षशर्करायाः त्रोटनस्य कृते तथा च ततः ऊर्जायाः प्राप्तिनिमित्तं प्राणवायोः आवश्यकता भवति यथा वयं पञ्चमे अध्याये पठितवन्तः स्मः। एतस्य परिणामतः अङ्गाराम्लवायोः उत्पत्तिः भवति। द्वितीयप्रक्रिया, यस्याः परिणामतः प्राणवायोः व्ययः भवति तथा च अङ्गाराम्लवायोः उत्पादनं भवति सा दहनक्रिया अस्ति। एतस्यां केवलं मनुष्यस्य ते एव क्रियाकलापाः न ये ऊर्जां प्राप्तुम् इन्धनं ज्वालयन्ति अपि तु वनेषु संलग्नः अग्निः अपि आगच्छति।

एतत् अतिरिच्य अस्माकं वायुमण्डले अङ्गाराम्लवायोः मात्रा एकप्रतिशतस्य कश्चन लघुभागः अस्ति यतोहि अङ्गाराम्लवायुः द्वाभ्यां विधिभ्यां स्थिरः भवति – (क) हरिताः पादपाः सूर्यस्य किरणानाम् उपस्थितौ अङ्गाराम्लवायुं द्राक्षशर्करायां परिवर्तयन्ति तथा च (ख) बहवः सामुद्रिकजन्तवः समुद्रजले विलीनेन प्राङ्गारीयेण स्वस्य कवचं निर्मायन्ति।

14.1.1 जलवायोः नियन्त्रणे वायुमण्डलस्य भूमिका

वयं ज्ञातवन्तः स्मः यत् वायुमण्डलं पृथिवीं कम्बलम् इव आच्छाद्य तिष्ठति। वयं जानीमः यत् वायुः ऊष्मायाः कुचालकः अस्ति। वायुमण्डलं पृथिव्याः सामान्यं तापमानं दिने तथा च सम्पूर्णवर्षपर्यन्तं प्रायः नियतं स्थापयति। वायुमण्डलं दिने तापमानम् एकस्मात् वर्धनात् स्थगयति तथा च रात्रिसमये ऊष्मायाः बाह्ये अन्तरिक्षे गमनस्य परिमाणं न्यूनीकरोति। चन्द्रस्य विषये चिन्तयन्तु यः सूर्यात् प्रायः तावत् एव दूरे अस्ति यावत् दूरे पृथिवी।

एतावत् अस्ति चेत् अपि चन्द्रस्य भूमिः यत्र वायुमण्डलं नास्ति तत्र तापमानं -190°C इत्यस्य मध्ये तिष्ठति।

क्रियाकलापः 14.1

अधोलिखिततापस्य मापनं कुर्वन्तु।

(क) जलेन पूर्णं किञ्चन काचपात्रम्। (ख) मृत्तिकया अथवा वालुकया पूर्णं किञ्चन काचपात्रम्। (ग) काञ्चित् पिहितां कूपीं स्वीकुर्वन्तु यस्यां तापमापकं संलग्नं स्यात्। एतानि सर्वाणि अपि सूर्यस्य प्रकाशे घण्टात्रयं यावत् स्थापयन्तु। तस्मिन् एव समये छायायाम् अपि तापमानं पश्यन्तु।

इदानीम् उत्तरं वदन्तु

1. (क) अथवा (ख) मध्ये कस्मिन् तापमानस्य मापः अधिकः अस्ति?
2. प्राप्तस्य निष्कर्षस्य आधारेण कः सर्वप्रथमम् उष्णीभविष्यति - स्थलम् अथवा समुद्रः?
3. किं छायायां वायोः तापमानं वालुकायाः जलस्य च तापमानेन समं भविष्यति? भवन्तः एतस्य कारणस्य विषये किं चिन्तयन्ति? तथा च तापमानं छायायां किमर्थं माप्यते?
4. किं पिहितायां कूप्याम् अथवा काचस्य पात्रे स्वीकृतं वायोः तापमानं तथा च उद्घटिते पवने स्वीकृतं वायोः तापमानं समानम् अस्ति? एतस्य कारणस्य विषये भवन्तः किं चिन्तयन्ति? किं वयं प्रायः एतादृशघटनाभिः अवगताः भवामः?

यथा वयं दृष्टवन्तः यत् वालुका तथा च जलम् एकसमानपरिमाणेन न उष्णीभवति। भवन्तः तस्य शीतलीभवनस्य परिमाणस्य विषये किं चिन्तयन्ति? किं वयं स्वस्य अनुमानस्य सत्यतायाः कृते कञ्चन प्रयोगं कर्तुं शक्नुमः?

14.1.2 वायोः गतिः - पवनाः

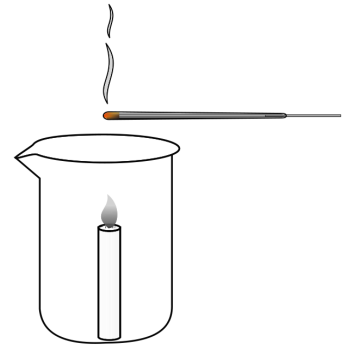
वयं सम्पूर्णदिनस्य उष्णता-अनन्तरं सायङ्काले प्रवहतः शीतलवायोः शान्तिम् अनुभवामः। यदा कदा बहूनि दिनानि यावत् अधिक-उष्णवातावरणस्य अनन्तरं वृष्टिः भवति। वायोः गतेः कारणं किम् अस्ति तथा च तानि कानि कारणानि सन्ति यानि तेभ्यः कदाचित् समीररूपेण,

कदाचित् तीव्रवायुरूपेण अथवा झञ्झावातरूपेण गतिप्रदानं कुर्वन्ति? वृष्टेः कारणं किम् अस्ति?

एताः सर्वाः प्रक्रियाः अस्माकं वायुमण्डले वायोः उष्णतायाः तथा च जलबाष्पस्य निर्माणस्य परिणामाः सन्ति। जलबाष्पः जीवितप्राणिनां क्रियाकलापस्य तथा च जलस्य उष्णीभवनस्य कारणेन निर्मितः भवति। स्थलीयभागात् अथवा जलीयभागात् जायमानस्य विकिरणस्य परावर्तनस्य तथा च पुनर्विकिरणस्य कारणेन वायुमण्डलम् उष्णीभवति। उष्णीभवनानन्तरं वायौ संवहनधाराः उत्पन्नाः भवन्ति। संवहनधाराणां प्रकृतिं ज्ञातुम् आगच्छन्तु अधोलिखितं क्रियाकलापं कुर्मः।

क्रियाकलापः 14.2

- काञ्चित् सिक्थवर्तिकां विवृतमुखायां कूप्याम् अथवा काचपात्रे स्थापयन्तु तथा च तां ज्वालयन्तु। एकां गन्धवर्तिकां ज्वालयन्तु तथा च तां कूप्याः मुखस्य समीपं नयन्तु (14.1 चित्रे)।
- यदा गन्धवर्तिका मुखस्य पार्श्वे नीयते तदा अवलोकनं कुर्वन्तु यत् धूमः कुत्र गच्छति?
- यदा गन्धवर्तिका सिक्थवर्तिकायाः किञ्चित् उपरि स्थाप्यते तदा धूमः कुत्र गच्छति?
- द्वितीये भागे यदा गन्धवर्तिका स्थाप्यते तदा धूमः कुत्र गच्छति?



चित्रम् 14.1 वायोः असमानतापमानेन वायुप्रवाहः

धूमद्वारा स्वीकृतः आकारः अस्मान् वदति यत् कस्यां दिशि उष्णवायुः तथा च शीतलवायुः वाति। एतेन एव प्रकारेण यदा वायुः स्थलस्य तथा च जलस्य विकिरणस्य कारणेन उष्णीभवति तावत् पर्यन्तम् उपरि प्रवाहं करोति। यतोहि जलस्य अपेक्षया स्थलं शीघ्रम् उष्णीभवति अतः स्थलस्य उपरितनः वायुः जलस्य उपरितनवायोः अपेक्षया

शीघ्रम् उष्णीभविष्यति।

अतः यदि वयं तटीयं क्षेत्रं दिने पश्यामः तर्हि स्थलस्य उपरितनवायुः शीघ्रम् उष्णीभूय उपरि उत्तिष्ठति। यदा एषः वायुः उपरि उत्तिष्ठति तदा एव तत्र न्यूनपीडनक्षेत्रं प्रति प्रवाहितः भवति। एकस्मात् क्षेत्रात् द्वितीयं क्षेत्रं प्रति वायोः गतिः पवनानां निर्माणं करोति। दिने वायोः दिक् समुद्रात् स्थलं प्रति भविष्यति।

रात्रिसमये स्थलं तथा च समुद्रः द्वौ अपि शीतलौ भवतः। यतोहि स्थलस्य अपेक्षया जलं शनैः शनैः शीतलं भवति अतः जलस्य उपरितनः वायुः स्थलस्य उपरितनवायुना उष्णीभविष्यति। उपरि दत्तायाः परिचर्चायाः आधारेण भवन्तः अधोलिखितविषयेषु किं वक्तुं शक्नुवन्ति -

1. तटीयक्षेत्रेषु न्यूनस्य तथा च उच्चपीडनस्य क्षेत्राणि रात्रौ प्रतीयन्ते?
2. तटीयक्षेत्रेषु रात्रिसमये वायोः दिक् का भविष्यति? एतेन एव प्रकारेण वायोः सर्वाः अपि गतयः विभिन्नवायुमण्डलीयप्रक्रियाणां परिणामाः सन्ति याः पृथिव्याः वायुमण्डलस्य असमानविधिभिः उष्णीभवनस्य कारणेन भवन्ति। किन्तु एतान् वायून् बहूनि अन्यानि कारकाणि अपि प्रभावयन्ति यथा पृथिव्याः घूर्णनं, गतिः पवनस्य मार्गे स्थिताः पर्वतशृङ्खलाः च। वयम् एतेषां कारकाणां विषये एतस्मिन् अध्याये विस्तृतम् अध्ययनं न करिष्यामः। किन्तु एतस्य विषये चिन्तयामः — कथं हिमालयस्य उपस्थितेः प्रयागात् उत्तरदिशं प्रति प्रवाहकस्य वायोः दिक् परिवर्तिता भवति?

14.3.1 वृष्टिः

आगच्छन्तु वयम् एतस्य प्रश्नस्य विषये विचारं कुर्मः यत् मेघाः कथं निर्मीयन्ते तथा च वृष्टिं कुर्वन्ति। वयम् एतस्य कृते कञ्चन साधारणं प्रयोगं कर्तुं शक्नुमः येन ज्ञातुं शक्यते यत् कानिचन कारकाणि जलवायुं कथं प्रभावयन्ति।

क्रियाकलापः _____ 14.3

- कस्यचित् कृशसुनम्यस्य कूपीं स्वीकुर्वन्तु। एतस्मिन् 5 तः 10 mL पर्यन्तं जलं स्वीकुर्वन्तु तथा च कूपीं दृढं पिदधतु। एतां सम्यक्तया कम्पयन्तु 10 निमेषपर्यन्तं आतपे च स्थापयन्तु। एतेन कूप्यां उपस्थितः वायुः जलबाष्पेण सन्तृप्तः भवति।

इदानीं काञ्चित् ज्वलितां गन्धवर्तिकां स्वीकुर्वन्तु। कूप्याः पिधानम् उद्घाटयन्तु तथा च गन्धवर्तिकायाः धूमस्य काञ्चित् मात्रां कूप्याः अन्तः गन्तुं त्यजन्तु। पुनः कूपीं दृढं पिदधतु। कूपीं स्वस्य करतलयोः मध्ये स्थापयित्वा यावता बलेन शक्यते सम्पीडयन्तु। एकवारं पुनः कूपीं भवन्तः यावता बलेन सम्पीडयितुं शक्नुवन्ति सम्पीडयन्तु।

इदानीम् उत्तरं वदन्तु

1. भवन्तः कदा दृष्टवन्तः यत् कूप्याः अन्तः स्थितः वायुः तुषारः इव भवति?
2. एषः नीहारः कदा समाप्तः भवति?
3. कूप्याः अन्तः पीडनं कदा अधिकं भवति?
4. नीहारस्य दर्शनस्थितौ कूप्याः आन्तरिकं पीडनं न्यूनम् अस्ति अथवा अधिकम् अस्ति?
5. एतस्य प्रयोगस्य कृते कूप्याः अन्तः धूमस्य आवश्यकता किमर्थम् अस्ति?
6. किं भविष्यति यदा भवन्तः एतं प्रयोगं विना गन्धवर्तिकायाः धूमं करिष्यन्ति? इदानीम् एवं प्रयत्नं कुर्वन्तु तथा च पश्यन्तु यत् परिकल्पना शुद्धा आसीत् अथवा अशुद्धा आसीत्?

अतीव लघुस्तरे उपर्युक्तं प्रयोगं पुनरावर्तयन्तु, किं भवति यदा जलबाष्पेण पूर्णः वायुः उच्चपीडनमयात् क्षेत्रात् न्यूनपीडनमये क्षेत्रे अथवा एतस्मात् विपरीतः प्रवाहितः भवति।

दिने यदा जलीयभागः उष्णीभवति तदा बहुविशालमात्रायां जलबाष्पः निर्मितः भवति तथा च एषः बाष्पः वायौ प्रवाहितः भवति। जलबाष्पस्य काचित् मात्रा विभिन्नक्रियाणां कारणेन वायुमण्डले गता भवति। एषः वायुः अपि उष्णीभवति। उष्णः वायुः स्वेन सह जलबाष्पं स्वीकृत्य उपरि उत्तिष्ठति। यदा वायुः उपरि उद्गच्छति तदा एव एषः प्रसरति तथा च शीतलीभवति। शीतलीभवनस्य कारणेन वायौ उपस्थितः जलबाष्पः जलस्य लघुबिन्दुरूपेण संघनितः भवति। जलस्य एतत् संघननं सहजं भवति यदि केचन कणाः नाभिकाः इव कार्यं कृत्वा आत्मानं परितः बिन्दूनां एकत्र सङ्ग्रहं कल्पयन्ति। सामान्यतः वायौ उपस्थिताः धूलिकणाः तथा च द्वितीयनिलम्बिताः कणाः नाभिकरूपेण कार्यं कुर्वन्ति।

एकवारं यदा जलस्य बिन्दवः निर्मिताः भवन्ति तदा ते संघनितस्य कारणेन दीर्घाः भवन्ति। यदा एते बिन्दवः दीर्घाः विशालाः च भवन्ति तदा एते वृष्टिरूपेण अधः पतन्ति। यदा कदा वायोः तापमानम् अतीव न्यूनं भवति तदा एते हिमवृष्टिरूपेण अथवा हिमरूपेण अवक्षेपिताः भवन्ति।

वृष्टेः आकारः पवनानाम् आकारे निर्भरं करोति। भारतस्य अतीव विशाले भूभागे प्रायशः वृष्टिः दक्षिणपश्चिमवर्षाऋतोः अथवा उत्तरपूर्वीवर्षाऋतोः कारणेन भवति। वयं वातावरणसूचनासु अपि श्रुतवन्तः यत् पूर्वपयोधेः उपरि वायोः पीडनस्य न्यूनीभवनस्य कारणेन कतिपयेषु क्षेत्रेषु वृष्टिः अभवत्।



चित्रम् 14.2 भारतस्य उपरि आच्छादितानां मेघानाम् उपग्रहद्वारा प्रदर्शितं चित्रम्

क्रियाकलापः 14.4

- सम्पूर्णे देशे जायमानायाः वृष्टेः आकारस्य विषये समाचारपत्रस्य अथवा दूरदर्शनस्य माध्यमेन वातावरणस्य सूचनानां ज्ञानम् एकत्र कुर्वन्तु। एतत् अपि परिजानन्तु यत् किञ्चन वृष्टिमापकयन्त्रं कथं निर्मीयते तथा च तत् निर्मान्तु। वृष्टिमापकयन्त्रेण शुद्धं दत्तांशं प्राप्तुं के के सुरक्षात्मकाः उपायाः अवश्यं करणीयाः सन्ति? इदानीम् अधोलिखितानां प्रश्नानाम् उत्तरं ददतु —

- कस्मिन् मासे भवतां महानगरे/नगरे/ग्रामे सर्वाधिका वृष्टिः अभवत्?
- कस्मिन् मासे भवतां राज्ये/केन्द्रशासितप्रदेशे सर्वाधिका वृष्टिः अभवत्?
- किं वृष्टिः सर्वदा मेघानां गर्जनेन तथा च तडितः प्रकाशेन सह भवति? यदि न तर्हि कस्मिन् वातावरणे सर्वाधिका वृष्टिः, मेघानां गर्जनेन तथा च तडितः प्रकाशेन सह भवति?

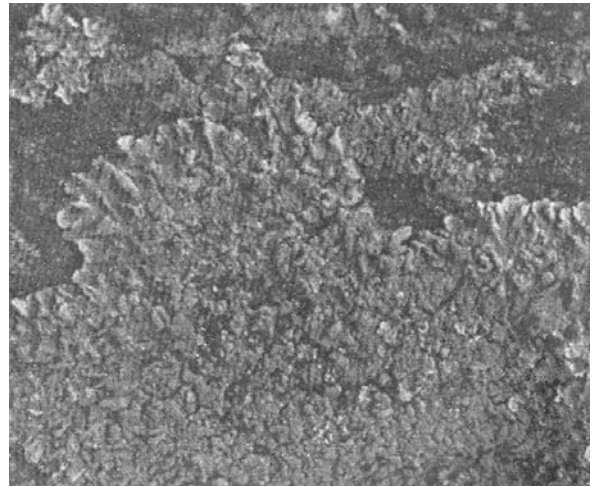
क्रियाकलापः 14.5

- पुस्तकालयात् वर्षाऋतोः तथा च चक्रवातस्य विषये इतोऽपि अधिकां सूचनाम् एकत्र कुर्वन्तु। कस्यचित् अन्यस्य देशस्य वृष्टेः आकारं परिजानन्तु। किं सम्पूर्णे विश्वे वृष्टेः कृते वर्षाऋतुः उत्तरदायी भवति?

14.1.4 वायुप्रदूषणम्

वयं समाचारेषु प्रायः शृणुमः यत् भूयातेः गन्धकस्य जारेयस्तरः वर्धते। जनाः प्रायः दुःखं प्रकटयन्ति यत् तेषां बाल्यकालात् आरभ्य एतावत् पर्यन्तं वायोः गुणवत्तायां न्यूनता आगता अस्ति। वायोः गुणवत्ता कथं प्रभाविता भवति तथा च एतस्यां गुणवत्तायाम् आगतं परिवर्तनम् अस्मान् तथा च अन्यान् जीवान् कथं प्रभावयति?

जीवाश्म-इन्धनं यथा अङ्गारे तथा च पृथिवीपार्वतकपदार्थे भूयातेः तथा च गन्धकस्य अतीव न्यूना मात्रा भवति। यदा एतत् इन्धनं ज्वलति तदा भूयातिः तथा च गन्धकम् अपि एतेन सह ज्वलति तथा च भूयातेः तथा च गन्धकस्य विभिन्नं जारेयम् अपि उत्पादयति। एतेषां वातानां केवलं श्वासरूपेण स्वीकरणं घातकं नास्ति अपि तु एते वृष्टेः जले मिलित्वा अम्लीयवृष्टिम् अपि कुर्वन्ति। जीवाश्म-इन्धनानां दहनं वायौ निलम्बितकणानां मात्राम् अपि वर्धयति। एते निलम्बितकणाः विना ज्वलनं प्राङ्गारीयकणाः अथवा पदार्थाः भवितुं शक्नुवन्ति ये उदप्राङ्गाराः कथ्यन्ते। एतेषां सर्वेषाम् अपि प्रदूषकाणां अधिकमात्रायाम् उपस्थितिः दृश्यतां न्यूनीकरोति विशेषतया शैत्यकाले यदा जलम् अपि वायुना सह संघनितं भवति।



चित्रम् 14.3 शैवालः

एषः धूमतुषारः कथ्यते तथा च वायुप्रदूषणं प्रति सङ्केतं करोति। अध्ययनात् परिज्ञायते यत् एतस्मिन् पदार्थवत्सु वायुषु श्वासस्वीकरणेन कर्कटरोगः, हृदयरोगः, अथवा प्रत्यूर्जता इव रोगाः अधिकतया सम्भवन्ति। वायौ स्थितानाम् एतेषां हानिकारकपदार्थानां वृद्धिः वायुप्रदूषणं कथ्यते।

क्रियाकलापः _____ 14.6

- शैवालनामकजीवाः वायौ उपस्थितस्य गन्धकाम्लवायोः स्तरं प्रति अधिकाः संवेदिनः भवन्ति। यथा 7.3.3 अनुभागे निर्दिष्टम् अस्ति। एते प्रायः पादपानां त्वचः उपरि कृशाः हरिताः तथा च श्वेतवर्णस्य स्तररूपेण प्राप्यन्ते। यदि भवतां परिसरे पादपानाम् उपरि शैवालः अस्ति तर्हि तं भवन्तः द्रष्टुं शक्नुवन्ति।
- व्यस्तमार्गस्य समीपे पादपस्य उपरि स्थितस्य शैवालस्य तथा च किञ्चित् दूरे स्थिते वृक्षे स्थितस्य शैवालस्य तुलनां कुर्वन्तु।
- मार्गस्य समीपे वृक्षस्य उपरि, मार्गस्य तटीयतलेषु शैवालस्य तुलनां मार्गस्य विपरीतदिशि तलेषु संयुक्तेन शैवालेन कुर्वन्तु।

उपरि प्राप्तलक्षणानाम् आधारेण भवन्तः मार्गस्य तटे अथवा दूरे प्रदूषणप्रसारकाणां पदार्थानां तलस्य विषये किं वक्तुं शक्नुवन्ति?

प्रश्नः

1. शुक्रग्रहस्य तथा च मङ्गलग्रहस्य वायुमण्डलात् अस्माकं वायुमण्डलं कथं भिन्नम् अस्ति?
2. वायुमण्डलं किञ्चन कम्बलम् इव कथं कार्यं करोति?
3. वायुप्रवाहस्य (पवनस्य) किं कारणम् अस्ति?
4. मेघानां निर्माणं कथं भवति?
5. मनुष्यस्य त्रयाणां क्रियाकलापानाम् उल्लेखं कुर्वन्तु ये वायुप्रदूषणे सहायकाः भवन्ति।

14.2 जलं किञ्चन अद्भुतं द्रवम्

जलं पृथिव्याः स्तरस्य सर्वाधिके विशाले भागे उपस्थितम् अस्ति तथा च एतत् भूमिगतं भवति। जलस्य काचित् मात्रा जलबाष्परूपेण वायुमण्डले अपि प्राप्यते। पृथिव्याः स्तरे प्राप्यमाणं सर्वाधिकं जलं समुद्रे तथा च महासागरे अस्ति तथा च एतत् क्षारम् अस्ति। शुद्धं जलं

हिमरूपेण द्वयोः ध्रुवयोः उपरि तथा च हिमेन आच्छादितेषु पर्वतेषु प्राप्यते। भूमिगतं जलं तथा च नदीनां, सरोवराणां, तडागानां च जलम् अपि शुद्धं भवति। तथापि एतस्य जलस्य उपलब्धता विभिन्नस्थानेषु भिन्ना भिन्ना भवति। ग्रीष्मकाले अधिकतरस्थानेषु जलस्य न्यूनता भवति। ग्रामीणक्षेत्रेषु यत्र जल-आपूर्तेः व्यवस्था नास्ति तत्र जनानां सर्वाधिकः समयः दूरात् जलस्य आनयने व्ययीभवति।

क्रियाकलापः _____ 14.7

- बहवः नगरनिगमाः जलस्य उपलब्धतां वर्धयितुं जलसंरक्षणस्य प्रविधिषु कार्यं कुर्वन्ति। परिजानन्तु यत् के के प्रविधयः सन्ति तथा च उपयोगस्य
- कृते उपलब्धस्य जलस्य मात्रावर्धने केन प्रकारेण सहायकाः सन्ति।

किन्तु जलम् एतवात् अधिकं किमर्थम् आवश्यकम् अस्ति? तथा च सर्वेषाम् अपि प्राणिनां कृते जलस्य आवश्यकता अस्ति? सर्वाः अपि कोशिकीयप्रक्रियाः जलीयमाध्यमे एव भवन्ति। सर्वाः अपि प्रतिक्रियाः याः अस्माकं शरीरे अथवा कोशिकानाम् अन्तः भवन्ति ताः जले विलीनेषु पदार्थेषु भवन्ति। शरीरस्य एकस्मात् भागात् द्वितीये भागे संवहनं विलीनावस्थायां भवति। अतः जीविताः प्राणिनः जीवितुं स्वशरीरे जलस्य मात्रां संतुलितरूपेण संरक्षन्ति। स्थलीयजीवानां कृते जीवितुं शुद्धजलस्य आवश्यकता भवति यतोहि क्षारे जले लवणस्य मात्रा अधिका भवति इति कारणेन जीवानां शरीरं तत् सोढुं शक्नोति। अतः प्राणिनां तथा च पादपानां कृते पृथिव्यां जीवनाय सरलतया जलस्य उपलब्धेः स्रोतांसि आवश्यकानि सन्ति।

क्रियाकलापः _____ 14.8

- कस्याश्चित् नद्याः तडागस्य अथवा सरोवरस्य समीपे किञ्चन लघु स्थानं चिन्वन्तु। चिन्तयन्तु यत् 1m² इत्यस्य क्षेत्रे प्राप्यमाणानां विभिन्नपादपानां तथा च जन्तूनां संख्यां गणयन्तु। प्रत्येकम् उपजातेः पृथक् पृथक् गणनां कुर्वन्तु।
- एतस्य तुलनां शुष्कस्य तथा च पाषाणमयस्य भागस्य तावति एव दीर्घे क्षेत्रे प्राप्यमाणैः जन्तुभिः तथा च पादपैः सह कुर्वन्तु।
- किं द्वयोः क्षेत्रयोः प्राप्यमाणाः पादपाः तथा च जन्तवः समानप्रकारकाः एव सन्ति?

क्रियाकलापः 14.9

- स्वस्य विद्यालयस्य समीपे अथवा कस्मिंश्चित् प्रयोगे अनुपयुज्यमानां भूमिं चिन्वन्तु (प्रायशः 1 m²) तथा च तां चिह्नितां कुर्वन्तु।
- तथैव तस्मिन् क्षेत्रे प्राप्यमाणानां विभिन्नजन्तूनां तथा च पादपानां तथा च प्रत्येकम् उपजातेः जीवानां संख्यानां गणनां कुर्वन्तु।
- तस्य एव स्थानस्य गणनां वर्षे वारद्वयं कुर्वन्तु, एकवारं ग्रीष्मकाले अथवा शुष्के वातावरणे तथा च द्वितीयवारं वृष्टिकालानन्तरम्।

इदानीम् उत्तरं वदन्तु

1. किं वारद्वयम् अपि संख्या समाना आसीत्?
2. कस्मिन् वातावरणे भवन्तः विविधपादपानां तथा च जन्तूनाम् अधिकां प्राप्तवन्तः?
3. प्रत्येकं विधानां जीवानां संख्या कस्मिन् वातावरणे अधिका आसीत्?

उपर्युक्तयोः द्वयोः क्रियाकलापयोः परिणामान् संकलय्य भवन्तः विचारं कुर्वन्तु यत् किं जलस्य मात्रायाः उपलब्धतायाः सम्बन्धः पादपानां तथा च जन्तूनां प्रकारात् तथा च तेषां संख्यातः अस्ति यत् कस्मिंश्चित् निश्चिते अथवा प्रदत्ते स्थाने स्थातुं शक्नोति। यदि सम्बन्धः अस्ति तर्हि वदन्तु यत् भवन्तः कस्मिन् क्षेत्रे सर्वाधिकप्रकारस्य तथा च जीवनस्य उपलब्धतां प्राप्स्यन्ति – 200 cm वृष्टिमये क्षेत्रे अथवा 5 cm वृष्टिमये क्षेत्रे? एटलसमध्ये वृष्टेः आकारमयं मानचित्रं पश्यन्तु एतत् वदन्तु च यत् भारतस्य कस्मिन् राज्ये सर्वाधिकाः जैवविभिन्नताः भविष्यन्ति तथा च कस्मिन् राज्ये न्यूनम्। अनुमानं शुद्धम् अस्ति अथवा अशुद्धम् इति परीक्षितुं किं वयं कस्यचित् विधेः विषये विचारं कर्तुं शक्नुमः?

जलस्य उपलब्धता प्रत्येकम् उपजातेः वर्गः यः कस्मिंश्चित् विशिष्टे क्षेत्रे जीवितः भवितुं सक्षमः अस्ति तस्य संख्याम् एव न निर्धारयति अपि तु एषः तत्रत्यजीवने विविधताम् अपि निर्धारयति। यद्यपि जलस्य उपलब्धता एव केवलम् एकं कारकं नास्ति यत् तस्मिन् क्षेत्रे जीवनस्य कृते आवश्यकम् अस्ति। अन्यानि कारकाणि यथा तापमानस्य तथा च मृत्तिकायाः प्रकृतिः अपि महत्त्वपूर्णा अस्ति। किन्तु जलं काचित् महत्त्वपूर्णा सम्पद् अस्ति यत् जीवनं स्थले निर्धारयति।

14.2.1 जलप्रदूषणम्

जलं तान् कीटनाशकान् तथा च उर्वरकम् अपि मिश्रयितुं शक्नोति येषाम् उपयोगं वयं कृषिक्षेत्रेषु कुर्मः। अतः एतेषां पदार्थानां किञ्चित् प्रतिशतभागः जले विलीयते। अस्माकं महानगरस्य अथवा नगरस्य जलनिर्गमस्य जलं तथा च उद्योगानाम् अवकरः अपि नदीषु तथा च सरोवरेषु सङ्गृहीतः भवति। केषाञ्चन विशिष्ट-उद्योगानां बह्वीषु क्रियासु शीतलतां संरक्षितुं जलस्य प्रयोगः क्रियते तथा च एतेन प्रकारेण निष्पादितम् उष्णं जलं जलाशये पुनः प्रत्यर्प्यते। यदा बन्धात् जलं त्यज्यते तदा नदीनां जलस्य तापमाने अपि प्रभावः भवति। गभीरजलाशयस्य आन्तरिकं जलं सूर्यद्वारा उष्णस्य उपरितनस्य स्तरस्य तुलनायां शीतलं भविष्यति।

एतत् सर्वेषु जलाशयेषु प्राप्यमाणानां जीवानां प्रकारं विभिन्नप्रकारेण प्रभावयितुं शक्नोति। एतत् केषाञ्चन जीवानां वृद्धिं प्रोत्साहयति चेत् केषाञ्चन जीवानां हानिं करोति। एतत् एतस्यां प्रणाल्याम् उपस्थितानां विभिन्नजीवानां संतुलनं नाशयितुं शक्नोति। अतः वयम् अधोलिखितप्रभावान् दर्शयितुं जलप्रदूषणशब्दस्य प्रयोगं कुर्मः।

1. जलाशयेषु अनैच्छिकपदार्थानां मेलनम्। एते पदार्थाः कीटनाशकाः अथवा उर्वरकं भवितुं शक्नुवन्ति ये कृषिक्षेत्रेषु उपयुज्यन्ते अथवा ते कर्गद-उद्योगे प्रयुज्यमानाः विषमयाः पदार्थाः यथा पारदस्य लवणं भवितुम् अर्हति। एते रोगप्रसारकाः जीवाः यथा विसूचिकाप्रसारकाः विषाणवः अपि भवितुम् अर्हन्ति।
2. इष्टानां पदार्थानां जलाशयेभ्यः अपसारणम्। विलीनः प्राणवायुः जले निवासिभिः पादपैः तथा च जन्तुभिः उपयुज्यते। कीदृशम् अपि परिवर्तनं यत् एतस्य विलीनस्य प्राणवायोः मात्रां न्यूनीकरोति तस्य जलीयजीवेषु विपरीतप्रभावः भवति। जलाशयात् अन्यपोषकस्य न्यूनता अपि भवितुम् अर्हति।
3. तापमाने परिवर्तनम्। जलीयजीवाः यस्मिन् जलाशये निवसन्ति तथा च तस्मिन् तापमाने अकस्मात् परिवर्तनं तेषां कृते घातकं भविष्यति अथवा प्रजननप्रक्रियां प्रभावयिष्यति। विविधजन्तूनाम् अण्डानि तथा च कीटडिभाः तापमानस्य परिवर्तनं प्रति संवेदशीलाः भवन्ति।

प्रश्नः

1. जीवानां जलस्य आवश्यकता किमर्थं भवति?
2. यस्मिन् ग्रामे/नगरे/महानगरे भवन्तः निवसन्ति तत्र उपलब्धस्य शुद्धजलस्य मुख्यं स्रोतः किम् अस्ति?
3. किं भवन्तः कस्यचित् क्रियाकलापस्य विषये जानन्ति यत् एतस्य जलस्य स्रोतः प्रदूषयति?

14.3 मृत्तिकायां खनिजस्य प्रचुरता

एकस्मिन् क्षेत्रे जीवनस्य विविधतायाः निर्धारिका काचित् महत्त्वपूर्णा सम्पद् अस्ति। किन्तु मृत्तिका किम् अस्ति तथा च एषा कथं निर्मिता भवति? पृथिव्याः सर्वबाह्यः स्तरः भूपृष्ठं कथ्यते तथा च एतस्मिन् स्तरे प्राप्यमाणं खनिजं जीवानां कृते विविधं पालनपोषणयोः तत्त्वं प्रददाति। किन्तु यदि एतानि खनिजानि विशालपाषाणैः सह संलग्नानि भवन्ति तर्हि एतानि जीवानां कृते उपलब्धानि न भविष्यन्ति। सहस्रशः तथा च लक्षशः वर्षाणां दीर्घे समयान्तराले पृथिव्याः स्तरे अथवा तस्याः समीपे प्राप्यमाणाः पाषाणाः विविधानां भौतिकरासायनिकानां तथा च केषाञ्चन जैवप्रक्रमाणां माध्यमेन त्रुटिताः भवन्ति। त्रुटनानन्तरं सर्वान्ते अवशिष्टः सूक्ष्मकणः मृत्तिका अस्ति। किन्तु कानि कारकाणि अथवा काः प्रक्रियाः सन्ति याभिः मृत्तिका निर्मिता भवति?

- सूर्यः - सूर्यः दिने पाषाणम् उष्णीकरोति येन ते प्रसारिताः भवन्ति। रात्रिसमये एते पाषाणाः शीतलाः भवन्ति तथा च संकुचिताः भवन्ति यतोहि पाषाणस्य प्रत्येकं भागः असमानरूपेण प्रसारितः तथा च संकुचितः भवति। वारं वारम् एवं भवति चेत् पाषाणे विवरम् आगच्छति तथा च अन्ते एते दीर्घाः पाषाणाः त्रुटिताः भूत्वा लघुषु खण्डेषु विभक्ताः भवन्ति।
- जलम् - जलं मृत्तिकायाः निर्माणे द्विधा सहायतां करोति। प्रथमं सूर्यस्य तापेन निर्मिते पाषाणस्य विवरे जलं गन्तुं शक्नोति। यदि एतत् जलम् अनन्तरं संघनितं भवति तर्हि एतत् विवरम् इतोऽपि अधिकं विशालं करिष्यति। किं भवन्तः चिन्तयितुं शक्नुवन्ति यत् एवं किमर्थं भवति? द्वितीयं प्रवहत् जलं कठोरं पाषाणम् अपि छिन्नं भिन्नं करोति। तीव्रगत्या प्रवहत् जलं प्रायः स्वेन सह दीर्घं लघुं च पाषाणं प्रवाह्य नयति। एते पाषाणाः अन्यैः पाषाणैः

सह घटिताः भूत्वा लघुषु कणेषु परिवर्तन्ते। जलं पाषाणस्य एतान् कणान् स्वेन सह नयति तथा च अग्रतः निक्षिप्तं करोति। एवं प्रकारेण मृत्तिका स्वमूलपाषाणात् बहु दूरे स्थाने प्राप्यते।

- वायुः- येन प्रकारेण जले पाषाणः परस्परं घट्टनकारणेन त्रुटिताः भवन्ति तेन एव प्रकारेण तीव्रवायवः अपि पाषाणान् त्रोटयन्ति। वायुः जलम् इव वालुकाम् एकस्मात् स्थानात् द्वितीयं स्थानं नयति।

जीवाः अपि मृत्तिकायाः निर्माणस्य प्रक्रियां प्रभावयन्ति। शैवालः यस्य विषये वयं पूर्वं पठितवन्तः स्मः सः पाषाणानां स्तरे अपि जायते। एतस्मिन् प्रक्रमे ते कञ्चन पदार्थं त्यजन्ति यः पाषाणस्य स्तरं चूर्णम् इव करोति तथा च मृत्तिकायाः कश्चित् कृशः स्तरः निर्मीयते। इदानीम् एतस्य स्तरस्य उपरि शैवलम् इव अन्ये लघुपादपाः प्रभवितुं सक्षमाः भवन्ति तथा च एते पाषाणम् इतोऽपि अधिकं त्रोटयन्ति। विशालवृक्षाणां मूलानि यदा कदा पाषाणेषु निर्मितेषु विवरेषु गच्छन्ति तथा च विवरं वर्धयन्ति।

क्रियाकलापः _____ 14.10

- किञ्चित् मृत्तिकां स्वीकुर्वन्तु तां जलेन पूर्णे काचपात्रे स्थापयन्तु। स्वीकृतायाः मृत्तिकायाः मात्रातः प्रायशः पञ्चगुणितं जलं भवेत्। मृत्तिकां तथा च जलं मेलयन्तु तथा च पुनः मृत्तिका अधः स्थिरां भवितुं त्यजन्तु। किञ्चित् कालानन्तरम् अवलोकनं कुर्वन्तु।
- किं काचपात्रस्य तले मृत्तिका समाङ्गी अस्ति अथवा स्तरेषु विभक्ता अस्ति?
- यदि स्तराणां निर्माणं जातम् अस्ति तर्हि केन प्रकारेण एकः स्तरः अन्यस्मात् स्तरात् भिन्नः अस्ति?
- किं तत्र जलस्य स्तरे किमपि तरति?
- भवन्तः किं चिन्तयितुं शक्नुवन्ति यत् केचन पदार्थाः जले विलीनाः स्युः? भवन्तः एतत् कथं स्थगयिष्यन्ति?

यथा भवन्तः दृष्टवन्तः यत् मृत्तिका किञ्चन मिश्रणम् अस्ति। एतस्मिन् विविध-आकारस्य लघुलघुखण्डाः अपि सम्मिलिताः भवन्ति। एतस्मिन् गलितजीवानां खण्डानि अपि लभ्यन्ते यानि उर्वरकमृत्तिकाः कथ्यन्ते।

एतत् अतिरिच्य मृत्तिकायां विविधाः सूक्ष्मजीवाः अपि सम्मिलिताः भवन्ति। मृत्तिकायाः प्रकारस्य निर्णयः तस्मिन् प्राप्यमाणानां कणानां सामान्य-आकारद्वारा निर्धार्यते। मृत्तिकायाः गुणः तस्मिन् स्थितस्य शैवलस्य मात्रायाः तथा च प्राप्यमाणानां सूक्ष्मजीवानाम् आधारेण क्रियते। मृत्तिकायाः संरचनायाः मुख्यः कारकः शैवलः अस्ति यतोहि एषः मृत्तिकायाः सरन्ध्रं निर्माति तथा च वायोः तथा च जलस्य भूमेः अन्तः गमने सहायकं भवति। खनिजपोषकतत्त्वं यत् तस्यां मृत्तिकायां प्राप्यते तत् तेषां पाषाणाम् उपरि निर्भरं करोति येन मृत्तिका संरक्षिता भवति। कस्याः मृत्तिकायाः उपरि कः पादपः भविष्यति इति तस्य उपरि निर्भरं करोति यत् तस्यां मृत्तिकायां पोषकतत्त्वानि कति सन्ति, शैवलस्य मात्रा कियती अस्ति तथा च तस्य गभीरता कियती अस्ति। एवं प्रकारेण मृत्तिकायाः उपरितने स्तरे यस्मिन् मृत्तिकायाः कणान् अतिरिच्य शैवलाः तथा च सजीवाः स्थिताः भवन्ति यत् तस्य क्षेत्रस्य जैविकविविधतां निर्धारयति यस्मिन् किञ्चन महत्त्वपूर्णं कारकम् अस्ति।

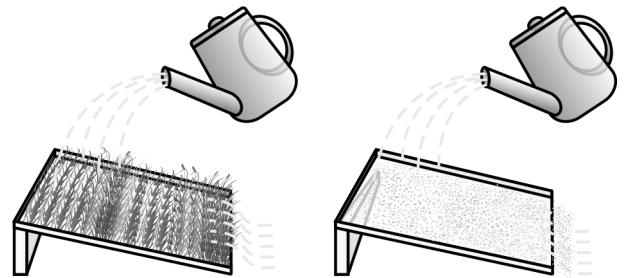
आधुनिककृषिक्षेत्रे कीटनाशकानां तथा च उर्वरकस्य विशालमात्रायां प्रयोगः भवति। दीर्घकालपर्यन्तम् एतेषां पदार्थानाम् उपयोगकरणे मृत्तिकायाः सूक्ष्मजीवाः मृताः भवन्ति तथा च मृत्तिकायाः संरचनां नाशयन्ति ये च मृत्तिकायाः पोषकतत्त्वानां पुनश्चक्रणं कुर्वन्ति। उर्वरकमृत्तिकायाः निर्माणे सहायकभूम्यां स्थितान् किञ्चुलकान् अपि एताः समापयितुं शक्नुवन्ति। यदि सम्पोषणीयकृषिः क्रियते तर्हि उर्वरा भूमिः अपि शीघ्रम् एव अनुर्वरभूमिरूपेण परिवर्तिता भवितुं शक्नोति। उपयोगिघटकानां मृत्तिकातः दूरीभवनं तथा च अन्येषां हानिकारकपदार्थानां मृत्तिकायां मिश्रणं, ये च पदार्थाः मृत्तिकायाः उर्वरकतां प्रभावयन्ति तथा च तत्र स्थितां जैविकविविधतां नाशयन्ति। एतत् भूमिप्रदूषणं कथ्यते।

मृत्तिका यां वयम् अद्य एकस्मिन् स्थाने पश्यामः सा बहुकालानन्तरं निर्मिता अस्ति। यद्यपि कस्याश्चित् मृत्तिकायाः एकस्मिन् स्थाने निर्मापकाः केचन कारकाः एतस्याः कस्मिंश्चित् अन्यस्मिन् स्थाने स्थानान्तरणं कर्तुम् अपि उत्तरदायिनः भवितुम् अर्हन्ति। मृत्तिकायाः सूक्ष्मकणाः प्रवाहितवायुना अथवा जलेन सह अपि स्थानान्तरिताः भवितुं शक्नुवन्ति। मृत्तिकायाः सर्वेषु कणेषु स्थानान्तरितेषु

जातेषु कठोरः पाषाणः बहिः आगच्छति। एतस्यां प्रक्रियायां कस्याश्चित् महत्त्वपूर्णसम्पदः हानिः भवति यतोहि पाषाणस्य उपरि उर्वरकता नगण्या भवति।

क्रियाकलापः 14.11

- समानम् आधानिकाद्वयं स्वीकुर्वन्तु तथा च तत् मृत्तिकायां पूरयन्तु। एकस्याम् आधानिकायां सर्षपस्य अथवा मुद्गस्य अथवा धान्यस्य अथवा हरितचणकस्य पादपान् रोपयन्तु तथा च आधानिकाद्वये अपि तावत् पर्यन्तं जलं ददतु यावत् पर्यन्तं यस्याम् आधानिकायां पादपाः रोपिताः सन्ति सा पादपानां वृद्धिद्वारा आच्छादिता न स्यात्। एतत् सुनिश्चितं कुर्वन्तु यत् आधानिकाद्वयम् अपि एकस्मिन् एव कोणे अवनतं स्यात्। आधानिकाद्वये अपि समानमात्रायां जलं तथा स्थापयन्तु यथा जलं बहिर्भागं प्रति निर्गच्छेत् (14.4 चित्रम्)।
- आधानिकातः बहिः गच्छन्त्याः मृत्तिकायाः मात्रायाः अध्ययनं कुर्वन्तु। किं प्रवहन्त्याः मृत्तिकायाः मात्रा आधानिकायां समाना अस्ति?
- इदानीं किञ्चित् उपरिष्ठात् आधानिकाद्वये अपि समानमात्रायां जलं पातयन्तु। यावत् भवन्तः पूर्वं पातितवन्तः तावत् एव जलं त्रिवारं चतुर्वारं वा पातयन्तु।
- इदानीं मृत्तिकायाः मात्रायाः अध्ययनं कुर्वन्तु या आधानिकातः बहिः गता अस्ति। किम् आधानिकाद्वये अपि मृत्तिकायाः मात्रा समाना अस्ति?



चित्रम् 14.4 प्रवहतः जलस्य उपरितनमृत्तिकायां प्रवाहः

पादपानां मूलानि मृत्तिकायाः अपक्षरणस्य अवरोधे महत्त्वपूर्णं भूमिकां निर्वहन्ति। विशालस्तरे वनानां कर्तनं (यत् च विश्वे सर्वत्र भवति) न केवलम् जैविकविविधतां नाशयति अपि तु मृत्तिकायाः अपक्षरणस्य कृते अपि उत्तरदायि अस्ति। वनस्पतीनां कृते सहायिका उपरितनमृत्तिका, अपक्षरणस्य प्रक्रियायां तीव्रतया अपसर्तुं शक्नोति। एतत् पर्वतीयेषु भागेषु त्वरितगत्या भवति। मृत्तिकायाः अपक्षरणस्य एतस्याः क्रियायाः (मृत्तिकायाः अपक्षरणम्) स्थगनम् अतीव कठिनम्

अस्ति। स्तरे प्राप्यमाणाः वनस्पतयः, जलस्य स्तराणाम्
अन्तः गमने महत्त्वपूर्णा भूमिकां निर्वहन्ति।

प्रश्नः

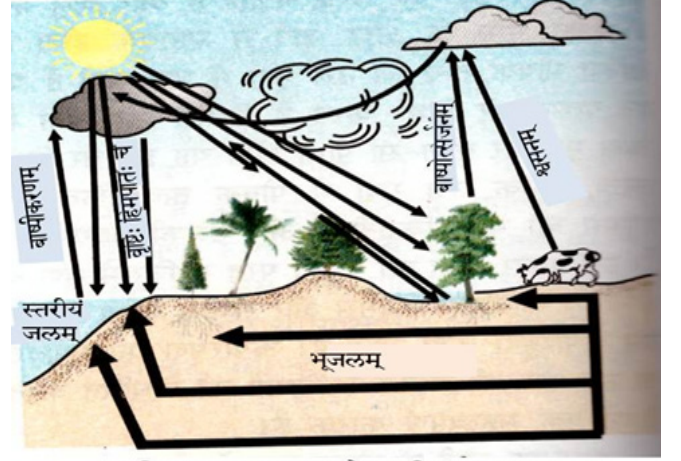
1. मृत्तिकायाः निर्माणं केन प्रकारेण भवति?
2. मृत्तिकायाः अपक्षरणं किम् अस्ति?
3. अपक्षरणं स्थगयितुं तथा च न्यूनीकर्तुं के के उपायाः सन्ति?

14.4 जैवरासायनिकचक्रणम्

जीवमण्डलस्य जैविकानां अजैविकानां च घटकानां मध्यस्थं सामञ्जस्यं जीवमण्डलं गतिशीलं स्थिरं च निर्माति। एतस्य सामञ्जस्यस्य माध्यमेन जीवमण्डलस्य विभिन्नघटकानां मध्ये पदार्थस्य तथा च ऊर्जायाः स्थानान्तरणं भवति। आगच्छन्तु पश्यामः यत् ताः काः काः क्रियाः सन्ति याः संतुलनं संरक्षितं कुर्वन्ति।

14.4.1 जलीयं चक्रम्

भवन्तः दृष्टवन्तः सन्ति यत् जलाशयेभ्यः जलस्य बाष्पीकरणं तथा च पुनः संघननानन्तरं वृष्टिः कथं भवति। किन्तु वयं समुद्रं तथा च महासागरं शुष्कं जायमानं न दृष्टवन्तः, तर्हि केन प्रकारेण जलम् एतेषु जलाशयेषु पुनः आगच्छति? सम्पूर्णा प्रक्रिया यस्याः माध्यमेन जलबाष्पः निर्मीयते तथा च वृष्टिरूपेण स्तरे पतति तथा च पुनः नदीनां माध्यमेन समुद्रं गच्छति सा प्रक्रिया जलीयं चक्रं कथ्यते। एतत् चक्रं तावत् सरलं तथा च सहजं नास्ति यावत् वक्तव्येन प्रतीयते। तत् सम्पूर्णं यत् पृथिव्यां पतति झटिति समुद्रं न गच्छति। एतेषु किञ्चित् मृत्तिकायाः अन्तः गच्छति तथा च भूजलस्य अङ्गं भवति। किञ्चित् भूजलं जलाकर द्वारा स्तरम् आगच्छति अथवा वयम् एतत् स्वस्य व्यवहारस्य कृते कूपानां तथा च नलकूपानां साहाय्येन स्तरं प्रति आनयामः। जीवनस्य विभिन्नप्रक्रियासु स्थलीयजीवजन्तवः तथा च पादपाः जलस्य उपयोगं कुर्वन्ति (14.5 चित्रे)।

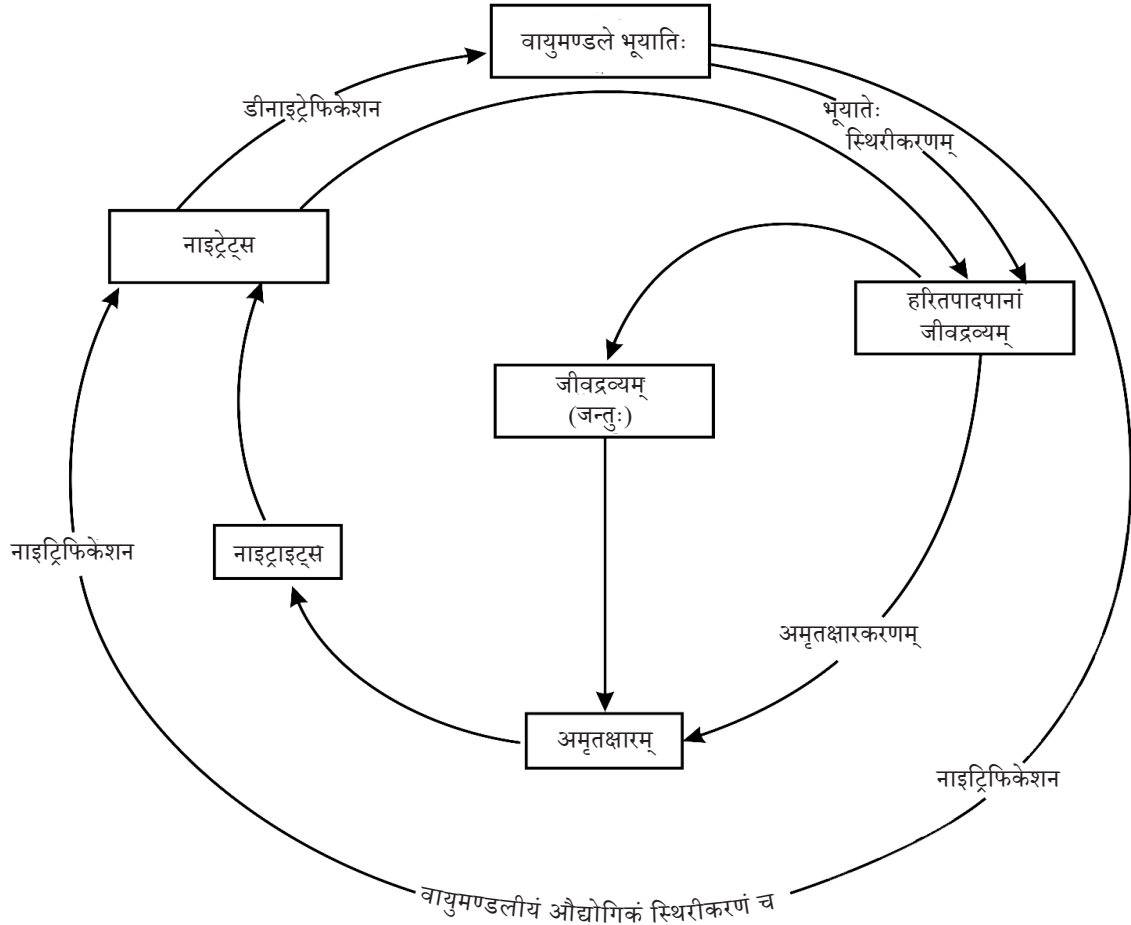


चित्रम् 14.5 प्रकृतौ जलीयं चक्रम्

आगच्छन्तु जलीयचक्रे जलस्य किं भवति एतस्य कस्यचित् अन्यस्य पक्षस्य विषये चर्चा कुर्मः। यथा भवन्तः जानन्ति यत् जलं बहून् पदार्थान् मिश्रयितुं सक्षमम् अस्ति। मिश्रणशीलात् खनिजात् भूत्वा यदा जलं गच्छति तदा इतः किञ्चित् खनिजं जले मिश्रितं भवति। एतेन प्रकारेण नदी बहूनां पोषकतत्त्वानां स्तरात् समुद्रं प्रति नयति तथा च एतस्य उपयोगः सामुद्रिकजीवजन्तुद्वारा क्रियते।

14.4.2 भूयातिचक्रम्

अस्माकं वायुमण्डलस्य 78 प्रतिशतं भागः भूयातिवातः अस्ति। एषः वातः यः जीवनस्य कृते आवश्यकानां बहूनाम् अणूनां भागः अस्ति यथा - प्रोभूजिनम्, नाभिकीयम् अम्लम् डी. एन. ए., तथा च आर. एन. ए., तथा च किञ्चित् जीवसत्त्वम्। भूयातिः अन्येषु जैविकयौगिकेषु अपि प्राप्यते यथा — क्षाराभः तथा च यूरिया। अतः भूयातिः सर्वविधजीवानां कृते किञ्चन आवश्यकं पोषकम् अस्ति। सर्वेषां जीवरूपाणां द्वारा वायुमण्डले उपस्थितस्य भूयातिवातस्य प्रत्यक्ष-उपयोगेन जीवनं सरलं भवति। यद्यपि कतिपयान् कीटाणून् विहाय अन्ये जीवाः निष्क्रियान् भूयातिपरमाणून् भूयीये तथा च नाइट्राइट्ससदृशेषु अन्य-आवश्यक-अणुषु परिवर्तयितुं सक्षमाः न सन्ति। “भूयातिस्थिरीकरण” कारकाः कीटाणवः स्वतन्त्ररूपेण निवसन्ति अथवा द्विबीजपत्रिपादपानां काभिश्चित् उपजातिभिः सह प्राप्यन्ते। साधारणतः एते भूयातेः स्थिरकारकाः कीटाणवः द्विदलपादपानां मूलेषु कस्याञ्चित् विशिष्टसंरचनायां (मूलग्रन्थिकायां) प्राप्यन्ते। एतान् कीटाणून् अतिरिच्य भूयातिपरमाणुः नाइट्रेट्समध्ये



चित्रम् 14.6 प्रकृतौ भूयातिचक्रम्

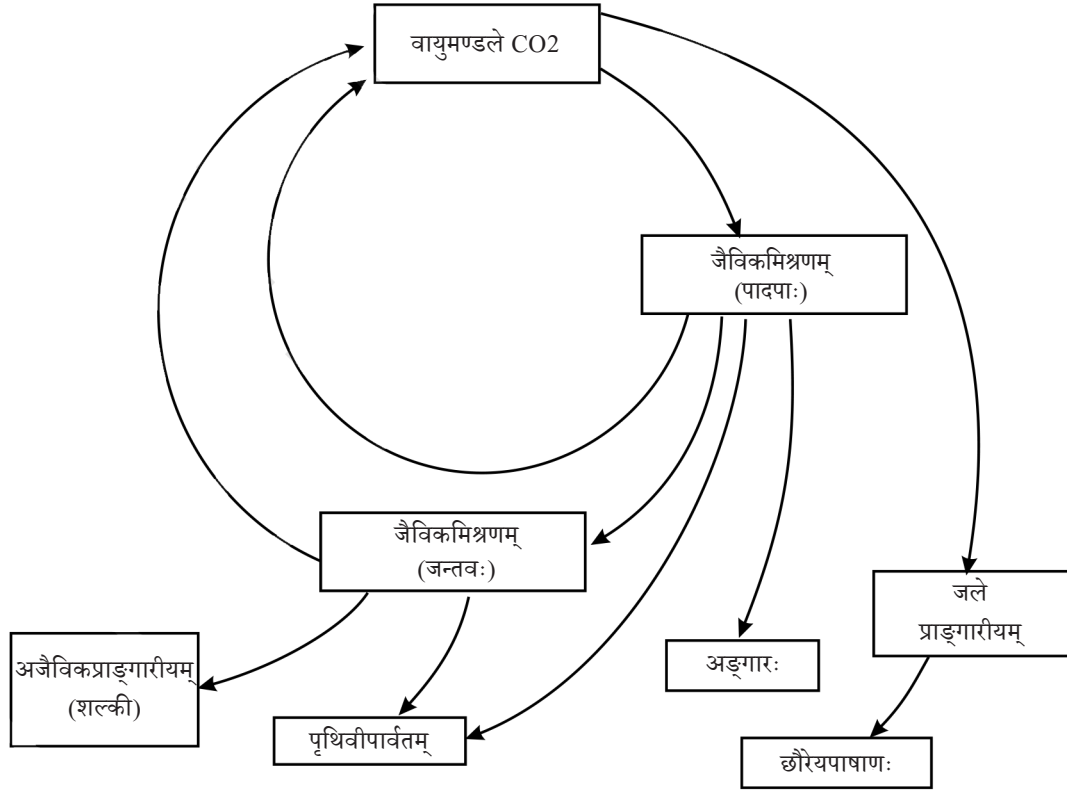
तथा च नाइट्राइट्समध्ये भौतिकक्रियाद्वारा परिवर्तन्ते। तद्विधः प्रकाशसमये वायौ उत्पन्नः उच्चतापः तथा च पीडनं भूयातिं भूयातेः जारेये परिवर्तयति। एतत् जारेयं जले मिश्रयित्वा नाइट्रिक-अम्लं तथा च नाइट्रस-अम्लं निर्माति तथा च वृष्ट्या सह भूम्याः स्तरे पतति। तदा एतस्य उपयोगः विभिन्नजीवैः क्रियते।

भूयातिसंयोजि-अणुनिर्माणे प्रयुज्यमानरूपाणां निर्माणानन्तरं भूयातेः किं भवति? सामान्यतः पादपाः नाइट्रेट्स तथा च नाइट्राइट्स ग्रहणं कुर्वन्ति तथा च अमीनो-अम्ले परिवर्तयन्ति यस्य उपयोगः प्रोभूजिनस्य निर्माणे भवति। केचन अन्ये जैवरासायनिकविकल्पाः सन्ति येषां प्रयोगः भूयातिवताम् अन्येषां जटिलयौगिकानां निर्माणे भवति। एतेषां प्रोभूजिनानां तथा च अन्येषां जटिलयौगिकानां प्रयोगः जन्तुद्वारा क्रियते। यदा जन्तोः अथवा पादपस्य मृत्युः भवति तदा मृत्तिकायाम् उपस्थिताः अन्ये कीटाणवः विभिन्नयौगिकेषु स्थितां भूयातिं नाइट्रेट्स

तथा च नाइट्राइट्समध्ये परिवर्तयन्ति तथा च अन्यविधाः कीटाणवः एतान् नाइट्रेट्स तथा च नाइट्राइट्स भूयातितत्त्वे परिवर्तयन्ति। एतेन एव प्रकारेण, प्रकृतौ भूयातिचक्रं भवति यस्मिन् भूयातिः वायुमण्डले स्वमूल-अवस्थायां सञ्चरन्ती मृत्तिकायां तथा च जले साधारणपरमाणोः रूपे परिवर्तते तथा च जीवितप्राणिषु अपि च अधिकजटिलयौगिकस्य रूपे परिवर्तिता भवति। पुनः एषा साधारणपरमाणोः रूपे वायुमण्डले प्रत्यागच्छति।

14.4.3 कौकिलीयं चक्रम्

कौकिलीयं पृथिव्यां बहुषु अवस्थासु प्राप्यते। एतत् स्वस्य मूल-अवस्थायां हीरे तथा च कौकिलेये प्राप्यते। यौगिकरूपे एतत् वायुमण्डले अङ्गाराम्लवायुरूपेण, विविधखनिजेषु प्राङ्गारीयरूपेण तथा च उदजनप्राङ्गारीयरूपेण प्राप्यते। यद्यपि सर्वे अपि जीवाः कौकिलीय-आधारित-अणवः यथा - प्रोभूजिने ,



चित्रम् 14.7 कौकिलीयं चक्रम्

कार्बोहाइड्रेट्समध्ये, वसायां, नाभिकीय-अम्ले तथा च जीवसत्त्वे आधारिताः भवन्ति। बहूनां जन्तूनां बाह्यं तथा च आन्तरिकम् अस्थिपञ्जरम् अपि प्राङ्गारीयलवणेन निर्मितं भवति। प्रकाशसंश्लेषणस्य क्रिया या सूर्यस्य उपस्थितौ तेषु सर्वेषु पादपेषु भवति यस्मिन् च पर्णशादः भवति। एतया मूलक्रियया कौकिलीयं जीवनस्य विभिन्नप्रकारेषु समाविष्टं भवति। एषा प्रक्रिया वायुमण्डले अथवा जले मिश्रितम् अङ्गाराम्लवायुं द्राक्षशर्करायां परिवर्तयति। एते द्राक्षशर्करा-अणवः अन्यपदार्थेषु परिवर्तिताः भवन्ति अथवा एते जैविकरूपेण महत्त्वपूर्ण-अणूनां संश्लेषणस्य कृते ऊर्जाप्रदानं कुर्वन्ति (चित्रम् 14.7)।

जीवितप्राणिनां कृते ऊर्जाप्रदानकरणस्य प्रक्रियायां द्राक्षशर्करायाः उपयोगः क्रियते। श्वसनस्य क्रियाद्वारा द्राक्षशर्कराम् अङ्गाराम्लवायौ परिवर्तयितुं प्राणवायोः प्रयोगः शक्यते अपि न शक्यते अपि। एषः अङ्गाराम्लवायुः वायुमण्डले पुनः गच्छति। दहनस्य क्रिया यत्र इन्धनस्य उपयोगः पाकक्रियायाम्, उष्णीकरणे, यातायाते तथा च उद्योगेषु भवति तस्य द्वारा वायुमण्डले अङ्गाराम्लवायोः प्रवेशः भवति। वस्तुतः यतः आरभ्य औद्योगिकी क्रान्तिः

जाता अस्ति तथा च मानवाः बहु अधिकं जीवाश्म-इन्धनस्य ज्वालनम् आरब्धवन्तः तदा आरभ्य वायुमण्डले अङ्गाराम्लवायोः मात्रा द्विगुणिता जाता अस्ति। जलस्य इव कौकिलीयस्य अपि विभिन्नभौतिक्याः तथा च जैविकक्रियायाः द्वारा पुनश्चक्रणं भवति।

14.4.3 (1) वृक्षपोषणस्थानस्य प्रभावः

14.1 क्रियाकलापे कृतानाम् अवलोकनानां स्मरणं कुर्वन्तु। काचद्वारा ऊष्मायाः स्थगनस्य कारणेन काचस्य आन्तरिकं तापमानं बाह्यतापमानस्य अपेक्षया बहु अधिकं भवति। शीतकाले उष्णकटिबन्धीयपादपान् उष्णीकर्तुम् आवरणनिर्माणस्य प्रक्रियायाम् एतस्याः अवधारणायाः उपयोगः कृतः अस्ति। एतादृशम् आवरणं वृक्षपोषणस्थानं कथ्यते। वृक्षपोषणस्थानस्य प्रभावः वायुमण्डलीयप्रक्रियासु अपि भवति। केचन वाताः पृथिवीतः ऊष्मां पृथिव्याः वायुमण्डलात् बहिर्गमनात् स्थगयन्ति। वायुमण्डले विद्यमानेषु एतादृशेषु वातेषु वृद्धिः संसारस्य सामान्यं तापमानं वर्धयितुं शक्नोति। एतादृशः प्रभावः वृक्षपोषणस्थानप्रभावः कथ्यते। अङ्गाराम्लवायुः अपि कश्चित् एतादृशः एव

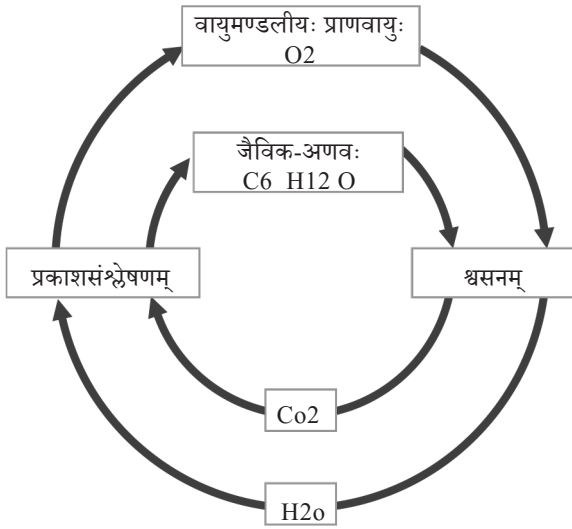
वृक्षपोषणस्थानस्य वातः अस्ति। वायुमण्डले विद्यमाने अङ्गाराम्लवायौ वृद्धिकारणेन वायुमण्डले ऊष्मायाः वृद्धिः भविष्यति। एतादृशकारणानां द्वारा वैश्विक-उष्मीकरणस्य स्थितिः उत्पन्ना भवति।

क्रियाकलापः _____ 14.12

- वैश्विक-उष्मीकरणस्य के परिणामाः भवितुम् अर्हन्ति?
- केषाञ्चन अन्येषां वृक्षपोषणस्थानवातानां नामानि अपि परिजानन्तु।

14.4.4 प्राणवायुचक्रम्

प्राणवायुः पृथिव्यां बहु अधिकमात्रायां प्राप्यमाणं तत्त्वम् अस्ति। एतस्य मात्रा मूलरूपेण वायुमण्डले प्रायः 21 प्रतिशतम् अस्ति। एषः विशालमात्रायां पृथिव्याः पटले यौगिकस्य रूपेण तथा च वायौ अङ्गाराम्लवायोः रूपेण अपि प्राप्यते। एषः प्राङ्गारीयस्य, शुल्बीयस्य, भूयीयस्य तथा च अन्यखनिजानां रूपेण अपि प्राप्यते। एषः जैविक-अणूनां यथा - कार्बोहाइड्रेट्स, प्रोभूजिनस्य, नाभिकीय-अम्लस्य तथा च वसायाः अपि आवश्यकं घटकम् अस्ति।



चित्रम् 14.8 प्रकृतौ प्राणवायुचक्रम्

किन्तु यदा वयं प्राणवायुचक्रस्य विषये वार्तां कुर्मः तदा वयं मुख्यतः तत् चक्रं निर्दिष्टं कुर्मः यत् प्राणवायोः मात्रा वायुमण्डले संतुलितं संरक्षति। वायुमण्डलात् प्राणवायोः उपयोगः त्रिषु प्रक्रियासु भवति यासां नाम अस्ति श्वसनस्य, दहनस्य तथा च भूयातेः जारेयस्य निर्माणे। वायुमण्डले प्राणवायोः केवलम् एका एव मुख्या प्रक्रिया भवति या

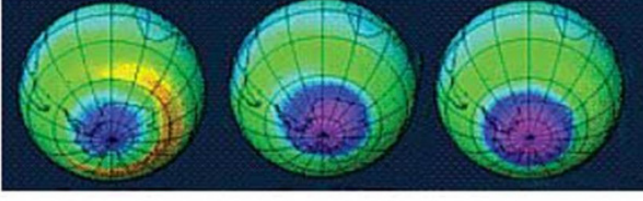
प्रकाशसंश्लेषणप्रक्रिया कथ्यते यस्याः द्वारा प्राणवायुः प्रत्यागच्छति। एवं प्रकारेण प्रकृतौ प्राणवायुचक्रस्य रूपरेखा निर्मिता भवति (14.8 चित्रे)।

यद्यपि वयं जीवने श्वसनस्य क्रियायां प्राणवायुं महत्त्वपूर्णं चिन्तयामः किन्तु केचन जीवाः मुख्यतः कीटाणवः, तत्त्वीयप्राणवायुद्वारा विषमयाः भवन्ति। वस्तुतः कीटाणुद्वारा भूयातिस्थिरीकरणस्य प्रक्रिया प्राणवायोः उपस्थितौ न भवति।

14.5 ओजोनावरणम्

तत्त्वीयः प्राणवायुः मूलरूपेण सामान्यतः द्विपरमाणविक-अणोः रूपेण प्राप्यते। यद्यपि वायुमण्डलस्य उपरितने भागे प्राणवायोः त्रयः परमाणुवन्तः अणवः अपि प्राप्यन्ते। एतस्य सूत्रं O_3 भवति तथा च एतत् ओजोन कथ्यते। प्राणवायोः सामान्यद्विपरमाणविक-अणोः विपरीतं ओजोन विषमयं भवति। वयं भाग्यशालिनः स्मः यत् ओजोन पृथिव्याः स्तरस्य पार्श्वे स्थिरं भवितुं न शक्नोति। एतत् सूर्यात् आगच्छतः हानिकारकान् विकिरणान् अवशोषयति। एतेन प्रकारेण एतत् तान् हानिकारकान् विकिरणान् पृथिव्याः स्तरपर्यन्तं प्राप्तेः स्थगयति यत् च बहूनां जीवानां हानिं करोति।

सद्यः एव एतत् ज्ञातं यत् ओजोनस्तरस्य हासः (अवक्षयः) जायमानः अस्ति। मनुष्यद्वारा निर्मितं विविधं यौगिकं यथा - नीरजीतरस्विनीकौकिलीयं (CFC) वायुमण्डले स्थिर-अवस्थायाम् उपस्थितं भवति। (CFC) नीरजीयुक्तं तथा च तरस्विनीयुक्तं कौकिलीयं यौगिकम् अस्ति। एतत् अतीव स्थायि भवति तथा च कयाचित् जैवप्रक्रियाया अपि विघटितं न भवति। एकवारं यदा एतत् ओजोनस्तरस्य समीपं प्राप्नोति तदा एतत् ओजोन-अणुभिः सह प्रतिक्रियां करोति। एतस्य परिणामतः ओजोनस्तरे न्यूनता आगता तथा च सद्यः एव अण्टार्कटिकायाः उपरि ओजोनस्तरे छिद्रं प्राप्तम् अस्ति। ओजोनस्तरस्य इतोऽपि अधिकक्षीणतायाः कारणेन पृथिव्यां जीवनस्य उपरि भाविनां प्रभावाणां विषये कल्पनाकरणम् अपि कठिनम् अस्ति। अतः बहूनां विचारानुसारम् ओजोनस्तरस्य क्षीणतायाः प्रक्रियां स्थगयितुं प्रयासः आवश्यकः अस्ति।



अक्टूबर 1980

अक्टूबर 1985

अक्टूबर 1990

चित्रम् 14.9 अण्टार्क्टिकायाः उपरि ओजोनस्तरे छिद्रं (नीलातिरक्तं) दर्शयत् उपग्रहचित्रम्।

क्रियाकलापः 14.13

- एतत् परिजानन्तु यत् इतोऽपि के अणवः सन्ति ये ओजोनस्तरस्य हानिं कुर्वन्ति?
- समाचारपत्रेषु प्रायः ओजोनस्तरे जायमानस्य छिद्रस्य चर्चा क्रियते।
- एतत् परिजानन्तु यत् किं छिद्रे किमपि परिवर्तनं भवति। वैज्ञानिकाः किं चिन्तयन्ति यत् एतत् केन प्रकारेण पृथिव्यां जीवनं प्रभावयिष्यति?

प्रश्नः

1. जलचक्रस्य क्रमे जलस्य काः काः अवस्थाः प्राप्यन्ते?
2. जैविकरूपेण महत्त्वपूर्णयोः द्वयोः यौगिकयोः नाम वदन्तु यत्र प्राणवायुः तथा च भूयातिः उभयम् अपि प्राप्यते?
3. मनुष्यस्य कांश्चन त्रीन् गतिविधीन् परिचिन्वन्तु यतः वायौ अङ्गाराम्लवायोः मात्रा वर्धते।
4. वृक्षपोषणस्थानस्य प्रभावः कः अस्ति?
5. वायुमण्डले प्राप्यमाणस्य प्राणवायोः रूपद्वयं किं किम् अस्ति?



भवन्तः

किम्

अधिगतवन्तः

- पृथिव्यां जीवनं मृत्तिकातः, वायुतः, जलतः तथा च सूर्यतः प्राप्त-ऊर्जाप्रभृतिसम्पत्सु निर्भरं करोति।
- स्थलस्य तथा च जलाशयानाम् उपरि विषमरूपेण वायोः उष्णीभवनस्य कारणेन पवनाः उत्पद्यन्ते।
- जलाशयेषु जायमानस्य जलस्य बाष्पीकरणं तथा च संघननम् अस्माकं कृते वृष्टिं प्रददाति।
- कस्मिंश्चित् क्षेत्रे पूर्वतः विद्यमानस्य वायोः रूपे जायमानायाः वृष्टेः आकारः निर्भरं करोति।
- विविधपोषकतत्त्वानि चक्रीयरूपात् पुनः उपयुज्यन्ते यस्य कारणेन जैवमण्डलस्य विविधघटकेषु किञ्चन घटकं निश्चितं संतुलनं स्थापयति।
- वायोः, जलस्य तथा च मृत्तिकायाः प्रदूषणं जीवनस्य गुणवत्तायाः तथा च जैवविविधतायाः हानिं करोति।
- अस्माभिः स्वप्राकृतिकसम्पदां संरक्षणं करणीयं तथा च तासां सम्पोषणीयरूपेण उपयोगः करणीयः।

अभ्यासः



1. जीवनस्य कृते वायुमण्डलं किमर्थम् आवश्यकम् अस्ति?
2. जीवनस्य कृते जलं किमर्थम् अनिवार्यम् अस्ति?
3. जीविताः प्राणिनः मृत्तिकायाः उपरि कथं निर्भराः सन्ति? किं जलचराः जीवाः सम्पदः रूपेण मृत्तिकातः पूर्णतया स्वतन्त्राः सन्ति?
4. भवन्तः दूरदर्शने तथा च समाचारपत्रे वातावरणसम्बद्धं समाचारं दृष्टवन्तः स्युः। भवन्तः किं चिन्तयन्ति यत् वयं वातावरणस्य पूर्वानुमाने सक्षमाः स्मः?
5. वयं जानीमः यत् बहवः मानवीयगतिविधयः वायोः, जलस्य तथा च मृत्तिकायाः प्रदूषणस्तरं वर्धयन्तः सन्ति। किं भवन्तः चिन्तयन्ति यत् एतेषां गतिविधीनां केषुचित् क्षेत्रेषु सीमितकरणेन प्रदूषणस्य स्तरं न्यूनीकर्तुं सहायता भविष्यति?
6. वनानि वायोः, मृत्तिकायाः तथा च जलीयस्रोतसः गुणवत्तां कथं प्रभावयन्ति?

अध्यायः 15

खाद्यसंसाधनेषु प्रगतिः (Improvements in Food Resources)

वयं सर्वे अपि जानीमः यत् सर्वेषाम् अपि जीवधारिणां कृते भोजनस्य आवश्यकता भवति। भोजनात् अस्माभिः प्रोभूजिनं, श्वेतसारः, वसा, जीवसत्त्वं तथा च खनिज-लवणं प्राप्यते। एतेषां सर्वेषाम् अपि तत्त्वानाम् आवश्यकता अस्माकं विकासस्य, वृद्धेः तथा च स्वास्थ्यस्य कृते भवति। पादपाः तथा च जन्तवः उभये अपि अस्माकं भोजनस्य कृते मुख्यस्रोतांसि सन्ति। प्रायशः भोज्यपदार्थाः अस्माभिः कृषितः तथा च पशुपालनतः प्राप्यन्ते।

वयं प्रायः समाचारपत्रेषु पठामः यत् कृषेः उत्पादनस्य तथा च पशुपालनस्य वर्धनार्थं प्रयासः चलति। एतत् आवश्यकं किमर्थम् अस्ति? वयं वर्तमाने उत्पादनस्तरे एव किमर्थं निर्वाहं कर्तुं न शक्नुमः?

भारतस्य जनसंख्या बहु अधिका अस्ति। अस्माकं देशस्य जनसंख्या शतकोटितः अधिका अस्ति तथा च निरन्तरं वर्धते। एतस्याः वर्धमानायाः जनसंख्यायाः कृते अधिक-अन्न-उत्पादनस्य आवश्यकता भविष्यति। एषा वृद्धिः अधिकभूम्यां कृषिकरणेन सम्भवति। किन्तु भारते पूर्वतः एव अत्यधिकस्थाने कृषिः भवति। अतः कृषेः कृते इतोऽपि अधिकभूमेः उपलब्धिः न सम्भवति। अतः सस्यस्य तथा च पशुधनस्य उत्पत्तेः क्षमता वर्धनीया अस्ति।

एतावत् पर्यन्तं सस्य-उत्पादनस्य वर्धनाय अस्माकं केचन प्रयासाः अल्पमात्रायां सफलाः अभवन्। वयं हरितक्रान्तिद्वारा सस्य-उत्पादने वृद्धिं कृतवन्तः तथा च श्वेतक्रान्तिद्वारा दुग्धस्य उत्पादनं वर्धितवन्तः तथा च तस्य सम्यक् प्रबन्धनम् अपि कृतवन्तः स्मः।

एतासां क्रान्तीनां प्रक्रियायाम् अस्माकं प्राकृतिकसम्पदां बहु अधिकः उपयोगः जातः अस्ति। एतस्य परिणामतः अस्माकं प्राकृतिकसम्पदां हानिः भवितुम् अवसराः प्रवृद्धाः तथा च येन प्राकृतिकसंतुलननाशस्य अपि आपत् प्रवृद्धा अस्ति। अतः एतत् महत्त्वपूर्णम् अस्ति यत् सस्य-उत्पादनस्य वृद्धेः अस्माकं प्रयासः पर्यावरणं तथा च पर्यावरणस्य संतुलनकारकाणां क्षतिं न कुर्यात्। अतः

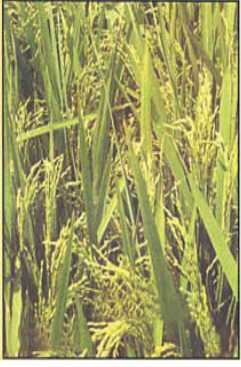
कृषेः तथा च पशुपालनस्य कृते सम्पोषणीयप्रणालीनाम् अङ्गीकारस्य आवश्यकता अस्ति।

केवलं सस्य-उत्पादनस्य वर्धनेन तथा च भाण्डागारे सञ्चयेन एव कुपोषणस्य तथा च बुभुक्षायाः समस्यायाः समाधानं न शक्यते। जनानाम् अन्नक्रयणस्य कृते धनस्य आवश्यकता अपि भवति। खाद्यसुरक्षा तस्य उत्पादनं तथा च उपलब्धता इति द्वयोः निर्भरा अस्ति। अस्माकं देशस्य अधिकांशजनसंख्या स्वजीवनयापनस्य कृते कृषौ एव आश्रिता अस्ति। अतः कृषिक्षेत्रे जनानाम् आयस्य अपि वृद्धिः भवेत्। येन बुभुक्षायाः समस्यायाः समाधानं भवेत्। कृषितः अधिकम् उत्पादनं प्राप्तुम् अस्माभिः वैज्ञानिकप्रबन्धनप्रणालयः अङ्गीकरणीयाः भविष्यन्ति। सम्पोषणीयजीवनयापनस्य कृते मिश्रितकृषिः अन्तरासस्य-उत्पादनं तथा च संघटिताः कृषिप्रणालयः अङ्गीकरणीयाः। उदाहरणार्थं – पशुधनं, कुक्कुटपालनं, मत्स्यपालनं, मधुमक्षिकापालनम् इत्यादिभिः सह कृषिः इत्यादि।

इदानीं प्रश्नः एषः अस्ति यत् वयं सस्यस्य तथा च पशुधनस्य उत्पादनं कथं वर्धयामः?

15.1 सस्यस्य उत्पादने प्रगतिः

ऊर्जायाः आवश्यकतायाः कृते अन्नं, यथा – गोधूमः, तण्डुलः, स्तम्बकरिः, तथा च नीलसस्यतः श्वेतसारः प्राप्यते। द्विदलं यथा – चणकतः, हरेणुतः, माषतः, मुद्गतः, आढकीतः, मसूरतः प्रोभूजिनं प्राप्यते तथा च तैलवन्ति बीजानि यथा – सोयाबीन, कलायः, तिलं, एरण्डः, सर्षपः, अतसी, तथा च सूर्यमुखी इति एतेभ्यः अस्माभिः अपेक्षितवसा प्राप्यते (चित्रे 15.1)। शाकतः उपस्करतः तथा च फलतः अस्माभिः जीवसत्त्वं तथा च खनिजलवणं, किञ्चित् मात्रायां प्रोभूजिनं वसा तथा च श्वेतसारः अपि प्राप्यते। यावनालानि सस्यानि यथा – वर्सीमयावनालं, जई, अथवा सूडानघासस्य उत्पादनं पशुधनस्य यावनालरूपेण क्रियते।



चित्रम् 15.1 विविधसस्यानि

प्रश्नः

1. अन्नतः, द्विदलतः, फलतः, तथा च शाकतः अस्माभिः किं प्राप्यते?

विविधसस्यानां कृते विविधजलवायुसम्बद्धपरिस्थितीनां, तापमानस्य तथा च दीप्तिकालस्य आवश्यकता भवति येन तेषां समुचित-वृद्धिः भवेत् तथा च तानि स्वस्य जीवनचक्रं पूर्येयुः। दीप्तिकालः सूर्यप्रकाशस्य कालेन सम्बद्धः भवति। पादपेषु पुष्पणं तथा च वृद्धिः सूर्यप्रकाशस्य उपरि निर्भरं करोति। यथा वयं जानीमः यत् पादपाः सूर्यस्य प्रकाशे प्रकाशसंश्लेषणद्वारा स्वस्य भोजनं निर्मायन्ति। कानिचन तादृशानि सस्यानि यानि वयं वृष्टिकाले उत्पादयामः तानि शरत्कालीनसस्यानि कथ्यन्ते यानि च जूनमासात् आरभ्य अक्टूबरमासपर्यन्तं भवन्ति। कानिचन सस्यानि शीतकाले उत्पाद्यन्ते यानि नवम्बरमासात् अप्रैलमासपर्यन्तं भवन्ति। एतानि सस्यानि

रबीसस्यानि कथ्यन्ते। धान्यं, सोयाबीन, आढकी, स्तम्बकरिः, मुद्गः, तथा च माषः शीतकालीनसस्यानि सन्ति। गोधूमः, चणकः, हरेणुः, सर्षपः, तथा च अतसी, रबीसस्यानि सन्ति।

भारते 1952 तमवर्षात् 2010 तमवर्षपर्यन्तं कृषिभूम्यां 25% वृद्धिः जाता किन्तु अन्नस्य उत्पादने चतुर्गुणिता वृद्धिः जाता अस्ति। उत्पादने एषा प्रगतिः कथम् अभवत्? यदि वयं कृषौ प्रयुक्तप्रणालीनां विषये चिन्तयामः तर्हि वयं तत् त्रिषु चरणेषु विभक्तुं शक्नुमः। सर्वप्रथमम् अस्ति बीजचयनम्, द्वितीयं सस्यस्य उचितं निरीक्षणं तथा च तृतीयं कृषिक्षेत्रे उत्पन्नस्य सस्यस्य सुरक्षा तथा च कर्तितस्य सस्यस्य हानितः रक्षणम्। एवं प्रकारेण सस्य-उत्पादने परिष्कारस्य प्रक्रियायां प्रयुक्तगतिविधयः अधः प्रमुखवर्गेषु विभक्ताः सन्ति।

- सस्यस्य प्रकारेषु परिष्कारः
- सस्य-उत्पादनप्रबन्धनम्
- सस्यसुरक्षाप्रबन्धनम्

15.1.1 सस्यस्य प्रकारेषु प्रगतिः

सस्यानाम् उत्पादनं सम्यक् भवेत् इति प्रयासः सस्यानां प्रकारस्य चयने निर्भरं करोति। सस्यस्य प्रकारस्य अथवा प्रभेदस्य कृते विभिन्न-उपयोगिगुणानां (यथा - रोगप्रतिरोधकक्षमता, उर्वरकं प्रति अनुरूपता, उत्पादनस्य गुणवत्ता तथा च उच्च-उत्पादनम्) चयनं प्रजननद्वारा कर्तुं शक्यते। सस्यस्य प्रकारेषु ऐच्छिकगुणाः संकरणद्वारा स्थापयितुं शक्यन्ते। संकरणविधौ विभिन्न-आनुवंशिकगुणमयेषु पादपेषु संकरणं कार्यते। एतत् संकरणम् अन्तराप्रजातीयेषु, अन्तराजातिवरणे (एकस्य एव वंशाणोः विभिन्ने उपजातिद्वये) अथवा अन्तरावंशीये (विभिन्नवंशक्रमे) भवितुम् अर्हति। सस्यपरिष्कारस्य द्वितीयः विधिः अस्ति ऐच्छिकगुणवतां वंशाणूनां स्थापनम्। एतस्य परिणामतः आनुवांशिकं रूपान्तरितं सस्यं प्राप्तं भवति।

नूतनप्रभेदानाम् अङ्गीकरणात् पूर्वम् एतत् आवश्यकम् अस्ति यत् सस्यस्य प्रकाराः विभिन्नपरिस्थितिषु ये विभिन्नक्षेत्रेषु भिन्नाः भिन्नाः भवन्ति ते उत्तमम् उत्पादनं दातुं शक्नुयुः। कृषकाणां कृते उत्तमगुणवत्तामयानि विशिष्टानि

बीजानि उपलब्धानि भवेयुः अर्थात् बीजानि तादृशानि एव भवेयुः यानि अनुकूलपरिस्थितिषु अङ्कुरितानि भवेयुः।

कृषिप्रणालयः तथा च सस्यस्य उत्पादनं वातावरणस्य, मृत्तिकायाः गुणवत्तायाः तथा च जलस्य उपलब्धतायाः विषये निर्भरं करोति। यतोहि वातावरणपरिस्थितयः, यथा अनावृष्टेः तथा च जलप्लावस्य पूर्वानुमानं कठिनं भवति अतः एतादृशाः प्रकाराः अधिक-उपयोगिनः भवन्ति ये विविधजलवायुपरिस्थितिषु अपि उत्पन्नाः भवितुं शक्नुवन्ति। एतेन एव प्रकारेण एतादृशाः प्रकाराः निर्मिताः सन्ति ये उच्चलवणीयमृत्तिकायाम् अपि उत्पन्नाः भवितुं शक्नुवन्ति। प्रकारेषु परिष्कारस्य कृते केचन कारकाः सन्ति -

- उच्च-उत्पादनम् प्रति-एकड सस्यस्य उत्पादकतायाः वर्धनम्।
- उन्नतप्रकाराः सस्य-उत्पादस्य गुणवत्ता प्रत्येकं सस्ये भिन्ना भवति। द्विदले प्रोभूजिनस्य गुणवत्ता, तैलबीजे तैलस्य गुणवत्ता तथा च फलस्य तथा च शाकानां संरक्षणं महत्त्वपूर्णम् अस्ति।
- जैविकी तथा च अजैविकी प्रतिरोधकता – जैविकं (रोगः, कीटः तथा च सूत्रकृमिः) तथा च अजैविकं (अनावृष्टिः, क्षारता, जलाक्रान्तिः, उष्णता, शैत्यं तथा च हिमपातः) परिस्थितीनां कारणेन सस्य-उत्पादनं न्यूनं भवितुम् अर्हति। एताः परिस्थितीः सोढुं समर्थाः प्रकाराः सस्य-उत्पादने परिष्कारं कर्तुं शक्नुवन्ति।
- परिचयनकाले परिवर्तनम् - सस्यस्य उत्पादनात् आरभ्य कर्तनपर्यन्तं न्यूनातिन्यूनं समय-उपयोगः आर्थिकदृष्ट्या सम्यक् अस्ति। एतेन कृषकाः प्रतिवर्षं स्वस्य कृषिक्षेत्रेषु बहूनि सस्यानि उत्पादयितुं शक्नुवन्ति। न्यूनसमयस्य कारणेन सस्य-उत्पादने धनम् अपि न्यूनं व्ययीभवति। समानपरिचयनं कर्तनस्य प्रक्रियां सरलीकरोति तथा च कर्तनसमये जायमानस्य सस्यस्य हानिः न्यूनीभवति।
- व्यापक-अनुकूलता - व्यापक-अनुकूलतामयानां प्रकाराणां विकासकरणं विभिन्नपर्यावरणीयपरिस्थितिषु सस्य-उत्पादनस्य स्थायित्वकरणे सहायकं भविष्यति। एकः एव

प्रकारः विभिन्नक्षेत्रेषु विभिन्नजलवायुषु उत्पादयितुं शक्यते।

- ऐच्छिकसस्यविज्ञानगुणः – यावनालवतां सस्यानां कृते दीर्घाः तथा च सघनशाखाः ऐच्छिकगुणाः सन्ति। अन्नस्य कृते वामनपादपाः उपयुक्ताः सन्ति यतोहि एतेषां सस्यानाम् उत्पादने न्यूनपोषकाणाम् आवश्यकता भवति। एवं प्रकारेण सस्यविज्ञानवन्तः प्रकाराः अधिक-उत्पादनस्य प्राप्तौ सहायकाः भवन्ति।

प्रश्नः

1. जैविकाः तथा च अजैविककारकाः कथं सस्य-उत्पादनं प्रभावयन्ति?
2. सस्यपरिष्कारस्य कृते ऐच्छिकसस्यविज्ञान-गुणाः के सन्ति?

15.1.2 सस्य-उत्पादनप्रबन्धनम्

अन्येषु कृषिप्रधानदेशेषु इव भारते अपि कृषिः लघुलघुक्षेत्रात् आरभ्य अतीव विशालक्षेत्रपर्यन्तं भवति। अतः विभिन्नकृषकाणां पार्श्वे भूमेः, धनस्य, सूचनायाः तथा च प्रविधेः उपलब्धता न्यूना अथवा अधिका भवति। संक्षेपेण धनात्मिक्यः अथवा आर्थिकपरिस्थितयः कृषकाणां कृते विभिन्नकृषिप्रणालीनां तथा च प्रविधिनाम् अङ्गीकारे महत्त्वपूर्णभूमिकां निर्वहन्ति। योगदाने, उच्चनिवेशे तथा च सस्य-उत्पादने सहसम्बन्धः अस्ति। एतेन प्रकारेण कृषकस्य निवेशक्षमता सस्यतन्त्रस्य तथा च उत्पादनप्रणालीनां निर्धारणं करोति। अतः उत्पादनप्रणालयः अपि विविधस्तरीयाः भवितुम् अर्हन्ति। “विना निवेशम्” उत्पादनं, “अल्पनिवेशः” उत्पादनं तथा च “अधिकनिवेशः” उत्पादनप्रणालयः एतस्मिन् सम्मिलिताः सन्ति।

15.1.2 (क) पोषकप्रबन्धनम्

यथा अस्माकं कृते विकासस्य, वृद्धेः तथा च स्वास्थ्यस्य कृते भोजनस्य आवश्यकता भवति तथैव पादपानां कृते अपि वृद्धेः कृते पोषकपदार्थानाम् आवश्यकता भवति। पादपानां पोषकपदार्थाः जलात् तथा च मृत्तिकातः प्राप्यन्ते। पादपानां कृते 16 पोषकपदार्थाः आवश्यकाः सन्ति। वायुतः कौकिलीयं तथा च प्राणवायुः,

जलात् उदजनं तथा च प्राणवायुः एवं च अवशिष्टाः 13 पोषकेषु 6 पोषकाणाम् अधिका मात्रा आवश्यकी अतः एते बृहत्-पोषकाः कथ्यन्ते। अवशिष्टानां 7 पोषकाणाम् आवश्यकता अल्पमात्रायां भवति अतः एते सूक्ष्मपोषकाः कथ्यन्ते (सारणी 15.1)

एतेषां पोषकाणां न्यूनतायाः कारणेन पादपानां शारीरिकप्रक्रियासहितं जननं, वृद्धिं तथा च रोगान् प्रति प्रवृत्तौ प्रभावः भवति। अधिक-उत्पादनं प्राप्तुं मृत्तिकायाम् पांसोः तथा च उर्वरकस्य रूपेण पोषकाणां मेलनम् आवश्यकम् अस्ति।

सारणी 15.1 वायुतः, जलतः तथा च मृत्तिकातः प्राप्यमाणाः पोषकाः

स्रोतः	पोषकाः
वायुः	कौकिलीयं, प्राणवायुः
जलम्	उदजनं, प्राणवायुः
मृत्तिका	1. बृहत्-पोषकः - भूयातिः, भास्वरः, दहातुः, छौरियं, भ्राजातुः, गन्धकम् 2. सूक्ष्मपोषकः - लौहः, आयसं, टांकणं, कुप्यातुः, ताम्रं, संवर्णातुः नीरजी

प्रश्नः

1. बृहत्-पोषकाः के सन्ति तथा च एते बृहत्-पोषकाः किमर्थं कथ्यन्ते?
2. पादपाः स्वस्य पोषकं कथं प्राप्नुवन्ति?

पांसुः

पांसौ जैविकपदार्थानां मात्रा अधिका भवति तथा च एषः मृत्तिकायाः कृते अल्पमात्रायां पोषकं प्रददाति। पांसुः जन्तूनाम् अपशिष्टस्य तथा च पादपानाम् अवकरस्य अपघटनेन निर्मियते। पांसुः मृत्तिकां पोषकैः तथा च जैविकपदार्थैः परिपूर्णां करोति तथा च मृत्तिकायाः उर्वरकतां वर्धयति। पांसौ जैविकपदार्थानाम् अधिकमात्रा मृत्तिकायाः संरचनायां परिष्कीरं करोति। एतस्य कारणेन वालुकामयमृत्तिकायां जलस्थापनस्य क्षमतां वर्धते। चिक्कणमृत्तिकायां जैविकपदार्थानाम् अधिका मात्रा जलस्य

निष्कासने सहायतां करोति येन जलम् एकत्र न भवति।

पांसोः निर्माणे वयं जैविक-अवकराणाम् उपयोगं कुर्मः। एतेन उर्वरकाणाम् अत्यधिक-उपयोगस्य आवश्यकता न भविष्यति तथा च एतेन प्रकारेण पर्यावरणसंरक्षणे सहयोगः भविष्यति। पांसुनिर्माणस्य प्रक्रियायां विभिन्नजैविकपदार्थानाम् उपयोगस्य आधारेण पांसुः अधोलिखितवर्गेषु विभक्तुं शक्यते —

- (i) कम्पोस्त-पांसुः तथा च कृमि-कम्पोस्त-पांसुः - कम्पोस्तीकरणप्रक्रियायां कृषि-अपशिष्ट-पदार्थः - यथा - पशुधनस्य मलमूत्रं (गोमयम् इत्यादि), शाकानां त्वक् तथा च अवकराः, जलमल अवकराः, क्षिप्तम् अवकरादिकं गर्तेषु विगलितं करोति। कम्पोस्ते जैविकपदार्थाः तथा च पोषकाः बहु-अधिकमात्रायां भवन्ति। कम्पोस्तं किञ्चुलकद्वारा पादपानां तथा च पशूनाम् अपशिष्टपदार्थानां शीघ्रं निरस्तीकरणप्रक्रियाद्वारा निर्मियते। एषः कृमिकम्पोस्तपांसुः कथ्यते।
- (ii) हरितपांसुः - सस्य-उत्पादनात् पूर्वं कृषिक्षेत्रेषु केचन पादपाः, यथा - भङ्गा, मुद्गः अथवा ग्वार इत्यादि उत्पादयन्ति तथा च ततः परं तस्य उपरि हलं चालयित्वा कृषिक्षेत्रस्य मृत्तिकायां मेलयन्ति। एते पादपाः हरितपांसौ परिवर्तिताः भवन्ति ये मृत्तिकां भूयातितः तथा च भास्वरतः परिपूर्णां कर्तुं सहायकाः भवन्ति।

उर्वरकम्

उर्वरकं व्यवसायिकरूपेण निर्मिताः पादपपोषकाः सन्ति। उर्वरकं भूयातिं, भास्वरं तथा च दहातुं प्रददाति। एतेषाम् उपयोगेन समीचीनकायिक-वृद्धिः (पर्णानि, शाखाः तथा च पुष्पाणि) भवन्ति तथा च स्वस्थपादपानां प्राप्तिः भवति। अधिक-उत्पादनस्य कृते उर्वरकस्य अपि उपयोगः भवति किन्तु एते आर्थिकदृष्ट्या महार्घाः भवन्ति।

उर्वरकस्य उपयोगः अतीव सावधानतया करणीयः तथा च तस्य सदुपयोगस्य कृते एतस्य आहारमात्रायाः उचिता मात्रा, उचितसमये तथा च उर्वरकदानात् पूर्वं तथा च ततः परं सावधानता अनुसरणीया। उदाहरणार्थं यदा

कदा उर्वरकम् अधिकसेचनस्य कारणेन जले प्रवहति तथा च पादपाः तस्य सम्पूर्णम् अवशोषणं कर्तुं शक्नुवन्ति। उर्वरकस्य एषा अधिकमात्रा जलप्रदूषणस्य कारणं भवति।

यथा वयं गते अध्याये पठितवन्तः यत् उर्वरकस्य सततं प्रयोगः मृत्तिकायाः उर्वरतां न्यूनीकरोति। यतोहि जैविकपदार्थस्य पुनः पूर्तिः भवितुं न अर्हति तथा च एतेन सूक्ष्मजीवानां तथा च भूमिगतजीवानां जीवनचक्रम् अवरुद्धं भवति। उर्वरकस्य उपयोगद्वारा सस्यानाम् अधिकम् उत्पादनं न्यूनसमये प्राप्तुं शक्यते। किन्तु एतत् मृत्तिकायाः उर्वरतायाः किञ्चित् कालानन्तरं हानिं करोति। यद्यपि पांसोः उपयोगस्य लाभः दार्घकालिकः अस्ति।

प्रश्नः

1. मृत्तिकायाः उर्वरतां संरक्षितुं पांसोः तथा च उर्वरकस्य उपयोगस्य तुलनां कुर्वन्तु।

जैविककृषिः, कृषिकरणस्य सा पद्धतिः अस्ति यस्यां रासायनिकम् उर्वरकं, कीटनाशकः, शाकनाशकः इत्यादीनाम् उपयोगः अतीव न्यूनः अथवा सर्वथा न भवति एव। एतस्यां पद्धतौ अधिकाधिकजैविकपांसुः, कृषि-अपशिष्टम् (अवकरस्य तथा च पशुधनस्य) पुनश्चक्रणं, जैविककारकं, यथा नालहरितशैवालस्य संवर्धनं, जैविक-उर्वरकनिर्माणे उपयुज्यते। निम्बस्य पर्णानां तथा च हरिद्रायाः विशेषरूपेण जैवकीटनाशकानां रूपेण खाद्यसंग्रहणे प्रयोगः क्रियते। कुशलसस्यकरणपद्धतेः कृते मिश्रितकृषिः, अन्तरासस्यकरणं तथा च सस्यचक्रणं (यथा अधः 15.2 (iii) मध्ये वर्णितम् अस्ति) आवश्यकम् अस्ति। एतत् सस्यं तन्त्रकीटं, पीडकं तथा च अवकरं नियन्त्रयति तथा च पोषकतत्त्वम् अपि प्रददाति।

15.2 (2) सेचनम्

भारते अधिकांशकृषिः वृष्टेः उपरि आधारिता अस्ति अर्थात् अधिकांशक्षेत्रेषु सस्य-उत्पादनं, समयेन वृष्टिकालस्य आगमने तथा च वृद्धिकाले उचितवृष्टौ आश्रितं भवति। अतः न्यूनवृष्टिकारणेन सस्य-उत्पादनं न्यूनीभवति। सस्यस्य वृद्धिकाले उचितसमये सेचनेन सम्भावितसस्य-उत्पादने वृद्धिः भवितुम् अर्हति। अतः अधिकाधिककृषिभूमेः सेचनं कर्तुं बहवः उपायाः क्रियन्ते।

एतत् अपि जानन्तु

जलस्य न्यूनता अथवा वृष्टेः अनियमिततायाः कारणेन अनावृष्टिः भवति। वृष्टौ आधारितायाः कृषेः अनावृष्टेः कारणेन बहु हानिः भवति विशेषतः तेषु क्षेत्रेषु यत्र कृषकाः सस्य-उत्पादने सेचनस्य उपयोगं न कुर्वन्ति तथा च केवलं वृष्टौ एव आश्रिताः भवन्ति। लघुमृत्तिकासु जलसंरक्षणस्य क्षमता न्यूना भवति। अतः येषु क्षेत्रेषु लघुमृत्तिका भवति तत्र अनावृष्टेः कारणेन सस्यस्य बहु हानिः भवति। वैज्ञानिकाः केषाञ्चन सस्यानां प्रकारान् निर्मितवन्तः सन्ति ये अनावृष्टेः स्थितिं सोढुं शक्नुवन्ति।

भारते जलस्य बहूनि स्रोतांसि सन्ति तथा च विविधसेचनविधयः जलस्य स्रोतसः उपलब्धतायाः आधारेण अङ्गीकृताः सन्ति। एतेषां स्रोतसां कानिचन उदाहरणानि यथा – कूपाः, कुल्याः, नद्यः तथा च तडागाः सन्ति।

- कूपाः - कूपाः द्विविधाः भवन्ति यथा - खाताः कूपाः तथा च नलकूपाः। खातैः कूपैः भूमिगतजलस्तरे स्थितं जलम् एकत्र क्रियते। नलकूपे जलं गभीरजलस्तरात् निष्कास्यते। एतेभ्यः कूपेभ्यः सेचनार्थं जलं जलयन्त्रद्वारा निष्कास्यते।
- कुल्याः - एते सेचनस्य अतीव विस्तृताः तथा च व्यापकतन्त्रात्मकाः सन्ति। अत्र जलम् एतस्मात् अथवा अधिकजलाशयेभ्यः अथवा नदीभ्यः आगच्छति। मुख्यकुल्यात् शाखाः निर्गच्छन्ति याः विभक्ताः भूत्वा कृषिक्षेत्रेषु सेचनं कुर्वन्ति।
- नदीजल-उत्थानप्रणाली - येषु क्षेत्रेषु जलाशयेभ्यः न्यूनजललाभस्य कारणेन कुल्यानां प्रवाहः अनियमितः अथवा अपर्याप्तः भवति तत्र जल-उत्थानप्रणाली अधिक-उपयोगिनी भवति। नदीनां तटे स्थितकृषिक्षेत्रेषु सेचनार्थं नदीतः साक्षात् एव जलं निष्कास्यते।
- तडागः - लघुजलाशयाः ये लघुक्षेत्रेषु निर्गतस्य जलस्य संग्रहं कुर्वन्ति ते तडागस्य रूपं धारयन्ति। कृषौ जलस्य उपलब्धिं वर्धयितुम् आधुनिकविधयः, यथा - वृष्टिजलस्य संग्रहणं तथा च विभाजनस्य उचितप्रबन्धनद्वारा उपयोगः क्रियते। एतदर्थं लघुबन्धाः निर्मायन्ते येन भूमेः अधः जलस्तरः प्रवृद्धः भवेत् तथा च

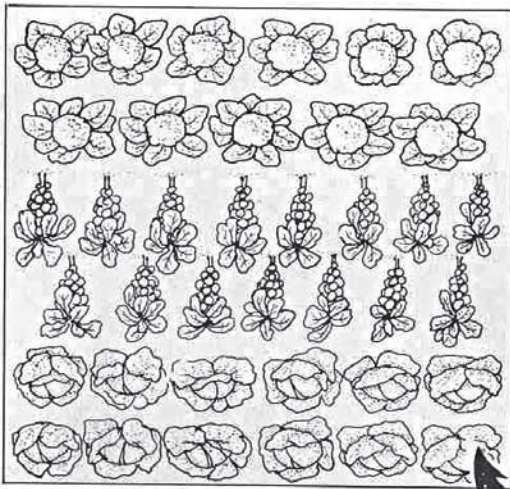
मृत्तिकायाः अपक्षरणम् अपि न्यूनीकरोति।

15.1.2 (3) सस्यस्य प्रारूपम्

अधिकंलाभं प्राप्तुं सस्यउत्पादनस्य विविधविधीनाम् उपयोगः कर्तुं शक्यते।

मिश्रितसस्ये द्वयम् अथवा अधिकसस्यानि युगपत् एव एकस्मिन् कृषिक्षेत्रे उत्पाद्यन्ते। यथा – गोधूमः + चणकः, अथवा गोधूमः + सर्षपः, अथवा कलायः + सूर्यमुखी। एतेन हानेः सम्भावना न्यूना भवति यतोहि एकस्य सस्यस्य नाशः जातः चेत् अपि द्वितीयसस्य-उत्पादनस्य आशा संरक्षिता भवति।

अन्तरासस्यकरणे द्वयोः अथवा बहूनां सस्यानाम् युगपत् एकस्मिन् एव कृषिक्षेत्रे निर्दिष्टे आकारे उत्पादनं कुर्वन्ति (15.2 चित्रे)। कासुचित् पङ्क्तिषु एकविधं सस्यं तथा च तस्य एकान्तरे स्थितायां द्वितीयपङ्क्तौ द्वितीयं सस्यम् उत्पादयन्ति। एतस्य उदाहरणम् अस्ति - सोयाबीन + स्तम्बकरिः, अथवा नीलसस्यम् + राजमाषः। सस्यस्य चयनम् एवं प्रकारेण क्रियते यत् तस्य पोषकतत्त्वानाम् आवश्यकताः भिन्नाः भिन्नाः स्युः येन पोषकाणाम् अधिकतमः उपयोगः भवितुं शक्येत। एतेन विधिना कीटनाशकाः तथा च रोगाः एकविधसस्यस्य सर्वेषु पादपेषु प्रसरणात् अवरोद्धुं शक्यन्ते। एतेन प्रकारेण सस्येभ्यः उत्तमम् उत्पादनं प्राप्तुं शक्यते।



चित्रम् 15.2 अन्तरासस्यकरणम्

कस्मिंश्चित् कृषिक्षेत्रे क्रमशः पूर्वनियोजितकार्यक्रम-अनुसारं विविधसस्यानाम् उत्पादनं सस्यचक्रं कथ्यते। परिचयनकालस्य आधारेण विविधसस्यं सम्मिश्रणस्य कृते

सस्यचक्रम् अङ्गीक्रियते। एकस्य कर्तनानन्तरं कानि सस्यानि उत्पादनीयानि इति आर्द्रतायां सेचनस्य उपलब्धतायां च आश्रितं भवति। यदि सस्यचक्रम् उचितरीत्या अङ्गीक्रियते तर्हि एकस्मिन् वर्षे द्वाभ्याम् अथवा त्रिभिः सस्यैः सम्यक् उत्पादनं कर्तुं शक्यते।

15.1.3 सस्यसुरक्षाप्रबन्धनम्

क्षेत्रेषु सस्यम् अवकरेण, कीटेन, पीडकेन तथा च रोगैः प्रभावितं भवति। यदि समयेन अवकराणां तथा पीडकानां नियन्त्रणं न क्रियते तर्हि ते सस्यानां बहु हानिं कुर्वन्ति।

अवकराः कृषियोग्यभूमौ अनावश्यकताः पादपाः भवन्ति उदाहरणतया – जैथियम, गृञ्जनकघासः (पारथेनियम), मोथा (साइरेनस रोटेंडस)। एते अवकराः भोजनस्य, स्थानस्य तथा च प्रकाशस्य कृते स्पर्धां कुर्वन्ति। अवकराः पोषकतत्त्वरूपेण अपि भवन्ति येन सस्यानां वृद्धिः न्यूना भवति। अतः उत्तम-उत्पादनस्य कृते प्रारम्भिक-अवस्थायाम् एव अवकराणां कृषिक्षेत्रात् निष्कासनं करणीयम्।

प्रायः कीटनाशकाः त्रिधा पादपेषु आक्रमणं कुर्वन्ति - (1) एते मूलं काण्डं तथा च पर्णानि कर्तयन्ति, (2) एते पादपानां विभिन्नभागेषु कोशिकीयरसं चूषन्ति, तथा च (3) एते काण्डे तथा च फलेषु छिद्रं कुर्वन्ति। एतेन प्रकारेण एते सस्यं नाशयन्ति तथा च सस्य-उत्पादनं न्यूनं भवति।

पादपेषु रोगः कीटाणूनां, कवकानां तथा च विषाणुसदृशरोगकारकाणां द्वारा भवति। एते मृत्तिकायां जले वायौ च उपस्थिताः भवन्ति तथा च एतेषां माध्यमेन एव पादपेषु प्रसरन्ति।

अवकरेषु कीटेषु रोगेषु च नियन्त्रणं कतिपयविधिभिः कर्तुं शक्यते। एतेषु सर्वाधिकः प्रचलितविधिः अस्ति कीटनाशकरसायनस्य उपयोगः। एतस्य अन्तर्गतं शाकनाशकः कीटनाशकः तथा च कवकनाशकः आगच्छति। एतत् रसायनं सस्यस्य पादपानाम् उपरि सिञ्चन्ति अथवा बीजस्य तथा च मृत्तिकायाः उपचारार्थम् उपयुज्यते। किन्तु एतस्य अधिकाधिक-उपयोगेन बह्व्यः समस्याः उत्पन्नाः भवन्ति यथा – एतत् बहुभ्यः पादपेभ्यः तथा च पशुभ्यः विषमयं भवितुम् अर्हति तथा च पर्यावरणप्रदूषणस्य कारणम् अपि भवति।

यान्त्रिकविधिद्वारा अवकराणाम् अपनयनम् अपि कश्चित् विधिः अस्ति। निरोधकविधयः, यथा – समयेन सस्य-उत्पादनम्, उचितवाटीनिर्माणम्, अन्तरासस्यकरणं तथा च सस्यचक्रम् अवकराणां नियन्त्रणे सहायकं भवति। पीडकानाम् उपरि नियन्त्रणं प्राप्तुं प्रतिरोधक्षमतावतां प्रकाराणाम् उपयोगः तथा च ग्रीष्मकाले हलेन कर्षणम् इत्यादयः केचन निरोधकविधयः सन्ति। एतस्मिन् विधौ अवकराणां तथा च पीडकानां नाशनाय ग्रीष्मकाले गभीरतापर्यन्तं हलं चालनीयम्।

प्रश्नः

1. अधोलिखितासु कासु कासु परिस्थितिषु सर्वाधिकः लाभः भविष्यति? किमर्थम्?
 - (a) कृषकः उत्तमगुणवत्तामयस्य बीजस्य उपयोगं कुर्यात्, सेचनं न कुर्यात् अथवा उर्वरकस्य उपयोगं न कुर्यात्।
 - (b) कृषकः सामान्यबीजानाम् उपयोगं कुर्यात्, सेचनं कुर्यात् तथा च उर्वरकस्य उपयोगं कुर्यात्।
 - (c) कृषकः सर्वोत्तमबीजस्य उपयोगं कुर्यात्, सेचनं कुर्यात्, उर्वरकस्य उपयोगं कुर्यात् तथा च सस्यसुरक्षायाः विधिम् अनुसरेत्।

क्रियाकलापः _____ 15.1

- जुलाईमासे अथवा अगस्तमासे अवकरैः ग्रस्तस्य कस्यचित् कृषिक्षेत्रस्य अवलोकनं कुर्वन्तु। कृषिक्षेत्रे स्थित-अवकराणां तथा च कीटानाशकानाम् एकां सूचीं निर्मातुम्।

अन्नस्य सङ्ग्रहः

कृषि-उत्पादस्य सङ्ग्रहे बहु हानिः भवितुम् अर्हति। एतस्याः हानेः जैविककारकाः कीटाः, कृन्तकाः, कवकाः, चिंचडी, तथा च जीवाणवः सन्ति तथा च एतस्याः हानेः अजैविककारकाः सङ्ग्रहस्य स्थाने उपयुक्त-आर्द्रतायाः तथा च तापस्य अभावः अस्ति। एते कारकाः उत्पादस्य गुणवत्तां नाशयन्ति, भारं न्यूनीकुर्वन्ति तथा च अङ्कुरणस्य क्षमतां न्यूनीकुर्वन्ति। उत्पादस्य विवर्णतां कुर्वन्ति। एतानि सर्वाणि लक्षणानि आपणे उत्पादस्य मूल्यं न्यूनीकुर्वन्ति। एतेषां कारकाणाम् उपरि नियन्त्रणं कर्तुम् उचित-उपचारस्य तथा च सङ्ग्रहस्य प्रबन्धनं करणीयम्।

निरोधकस्य तथा च नियन्त्रणविधीनाम् उपयोगः सङ्ग्रहकरणात् पूर्वं क्रियते। एतेषु विधिषु सङ्ग्रहात् पूर्वम् उत्पादस्य नियन्त्रितस्वच्छतायाः सम्यक्तया शोषणं (प्रथमं सूर्यस्य प्रकाशे तथा च पुनः छायायां) तथा च धूमकस्य उपयोगः, येन पीडकाः मृताः भवेयुः, ये सम्मिलिताः सन्ति।

प्रश्नः

1. सस्यस्य सुरक्षार्थं निरोधकविधयः जैवनियन्त्रणं च किमर्थम् उत्तमं मन्यते?
2. सङ्ग्रहस्य प्रक्रियायां के के कारकाः अन्नस्य हानेः कृते उत्तरदायिनः सन्ति?

क्रियाकलापः _____ 15.2

- अन्नं, द्विदलं तथा च तैलबीजानि एकत्र कुर्वन्तु तथा च एतेषाम् उत्पादनस्य तथा च कर्तनस्य ऋतुं वदन्तु।

सारणी 15.2 पशु-उत्पादानां पोषकमानम् (प्रतिशते%)

पशु-उत्पादः	पोषकतत्त्वानां प्रतिशतता (%)					
	वसा	प्रोभूजिनम्	शर्करा	खनिजम्	जलम्	जीवसत्त्वम्
गोदुग्धम्	3.60	4.00	4.50	0.70	87.20	B1,B2,B12,D,E
अण्डम्	12.00	13.00	*	1.00	74.00	B2, D
मांसः	3.60	21.10	*	1.00	74.20	B2, B12
मत्स्यः	2.50	19.00	*	1.30	77.20	नियासीन D, A

अतीव न्यूनमात्रायाम् उपस्थितम्

15.2 पशुपालनम्

पशुधनस्य प्रबन्धनं पशुपालनं कथ्यते। एतस्य अन्तर्गतं बहूनि कार्याणि यथा – भोजनदानं, प्रजननं तथा च रोगेषु नियन्त्रणकरणम् आगच्छति। जनसंख्या वृद्धेः तथा च जीवनशैल्याः स्तरे वृद्धेः कारणेन अण्डस्य, दुग्धस्य तथा च मांसस्य व्ययः अपि वर्धते। पशुधनस्य कृते मानवीयव्यवहारं प्रति जागरूकतायाः कारणेन पशुपालने काश्चन नूतनसमस्याः आगच्छन्ति। अतः पशुधन-उत्पादनवर्धनस्य तस्मिन् परिष्कारस्य च आवश्यकता अस्ति।

15.2.1 पशुकृषिः

पशुपालनस्य उद्देश्यद्वयं भवति – दुग्धदायकानां तथा च कृषिकारकाणां (हलसञ्चालनस्य, सेचनस्य तथा च भारवाहकस्य) कृते पशूनां पालनम्। भारतीयानां पालितपशूनां मुख्यम् उपजातिद्वयं भवति – गौः (बॉस इंडिकस), महिषी (बॉस बुवेलिस)। दुग्धदायकाः स्त्रीपशवः दुग्धदायकाः पशवः कथ्यन्ते।

दुग्ध-उत्पादनं पशोः दुग्धस्रवणकाले किञ्चित् सीमापर्यन्तम् आश्रितं भवति। यस्य अर्थः अस्ति बालस्य जन्म-अनन्तरं दुग्ध-उत्पादनस्य समयः। एवं प्रकारेण दुग्ध-उत्पादनं दुग्धस्रवणकालस्य वर्धनेन वर्धितुं शक्नोति। दीर्घकालपर्यन्तं दुग्धस्रवणकालस्य कृते वैदेशिकप्रजातयः यथा जर्सी, ब्राउनस्विस इत्यादीनां चयनं क्रियते। देशीप्रजातिषु यथा रेडसिन्धी, साहीवाल, इत्यादिषु (15.3 चित्रे) रोगप्रतिरोधकक्षमता अधिका भवति। यदि एतयोः द्वयोः अपि प्रजात्योः संकरणं कार्यते तर्हि काचित् तादृशी सन्ततिः प्राप्ता भविष्यति यस्यां द्वौ अपि ऐच्छिकगुणौ (रोगप्रतिरोधकक्षमता दीर्घः दुग्धस्रवणकालः च) भविष्यतः।



(a) रेडसिन्धी



(b) साहीवाल

चित्रम् 15.3 भारतीयप्रजातेः गावः

प्रश्नः

1. पशूनां प्रजातिपरिष्कारार्थं प्रायः कस्य विधेः उपयोगः क्रियते तथा च किमर्थम्?

क्रियाकलापः 15.3

- पशुधनस्य कृते पशुशालां गच्छन्तु तथा च अधोलिखिते ध्यानं कुर्वन्तु।
- पशूनां संख्या तथा च विविधप्रजातीनां संख्या।
- विविधप्रजातिभ्यः प्रतिदिनं प्राप्तं दुग्धम्।

उत्पादनस्य मात्रा मानवीये व्यवहार-आधारिते पशुपालने पशूनां स्वास्थ्यस्य तथा च स्वच्छदुग्ध-उत्पादनस्य कृते गोः तथा च महिष्याः शरीरस्य उचितस्वच्छता तथा च आवासस्य आवश्यकता भवति। पशोः शरीरे पतितान् केशान् तथा च धूलिम् अपसारयितुं नियमितरूपेण पशोः स्वच्छता करणीया। एतादृशाः आवासाः तान् वृष्टिः, उष्णतातः तथा च शैत्यतः रक्षन्ति। आवासस्य कुट्टिमः अधोनतः भवेत् येन सः शुष्कः तथा च स्वच्छः तिष्ठेत्।

दुग्धदायकानां पशूनां (डेयरी पशूनाम्) आहारस्य आवश्यकता द्विधा भवति- (क) एकविधः आहारः यः तस्य स्वास्थ्यस्य कृते लाभकारी भवेत्, तथा च (ख) द्वितीयः सः यः दुग्ध-उत्पादनं वर्धयेत्। एतस्य आवश्यकता दुग्धस्रवणकाले भवति। पशु-आहारस्य अन्तर्गतम् आगच्छति – (क) स्थूलं यावनालम् (रूक्षांशः) यत् प्रायशः मुख्यतः तन्तुमयं भवति तथा च (ख) सान्द्रं यस्मिन् तन्तवः न्यूनाः भवन्ति तथा च प्रोभूजिनं तथा च अन्यपोषकतत्त्वम् अधिकं स्यात्। एतादृशं पोषकतत्त्वम् अधिकं भवति। पशोः कृते कस्यचित् सन्तुलितस्य आहारस्य आवश्यकता भवति यस्मिन् उचितमात्रायां सर्वाणि अपि पोषकतत्त्वानि स्युः। एतादृशं पोषकतत्त्वम् अतिरिच्य कानिचन सूक्ष्मपोषकतत्त्वानि अपि मेल्यन्ते यानि दुग्धदायकान् पशून् स्वस्थान् स्थापयन्ति तथा दुग्ध-उत्पादनं वर्धयन्ति।

पशवः विविधरोगैः ग्रस्ताः भवितुम् अर्हन्ति येषां कारणेन तेषां दुग्ध-उत्पादनक्षमतायां न्यूनता अथवा तेषां मृत्युः अपि भवितुम् अर्हति। कश्चन स्वस्थः पशुः नियमितरूपेण खादति तथा च उचितरूपेण उपविशति तथा च उत्तिष्ठति। पशोः बाह्यपरजीविनः तथा च अन्तःपरजीविनः उभये एव भवन्ति। बाह्यपरजीविनः त्वचि निवसन्ति येन पशोः चर्मरोगः भवितुम् अर्हति। अन्तःपरजीविनः यथा – कीटाः आमाशयम्, अन्त्रं प्रभावयन्ति, पर्णकृमयः च यकृत् प्रभावयन्ति। सङ्क्रामकरोगाः कीटाणूनां तथा च विषाणूनां कारणेन भवन्ति। बहुभ्यः विषाणुजनितरोगेभ्यः जीवाणुजनितरोगेभ्यः च पशून् रक्षितुं टीकाकरणं कार्यते।

15.2.2 कुक्कुटः (कुक्कुटपालनम्)

अण्डस्य तथा च कुक्कुटमांसस्य उत्पादनं वर्धयितुं कुक्कुटपालनं क्रियते। अतः कुक्कुटपालने उन्नतकुक्कुट्याः प्रजातयः विकसिताः क्रियन्ते। अण्डस्य कृते अण्डदायाः कुक्कुट्याः पालनं क्रियते तथा च मांसस्य कृते ब्रौलरकुक्कुटी पाल्यते।



एसिलकुक्कुटी



लेगहार्नकुक्कुटी

चित्रम् 15.5

अधोलिखितगुणानां कृते नूतनप्रजातयः विकसिताः क्रियन्ते। नूतनप्रजातीनां निर्माणार्थं देशी यथा एसिलकुक्कुटी तथा च विदेशी यथा लेगहार्नकुक्कुटीनां संकरणं कार्यते।

- शिशूनां संख्या तथा च गुणवत्ता
- वामनाभ्यां ब्रौलरकुक्कुटपितृभ्यां शिशूनां व्यावसायिक-उत्पादननिमित्तम्
- उष्णता-अनुकूलनक्षमता/उच्चतापमानस्य सहनक्षमता
- परिपोषणे न्यूनव्ययस्य आवश्यकता
- अण्डदाः तथा च एतादृशक्षमतावन्तः पक्षिणः ये कृषेः उपोत्पादात् प्राप्तस्य अल्पमूल्यस्य तन्तुमयस्य आहारस्य उपभोगं कर्तुं शक्नुयुः।

प्रश्नः

- अधोलिखितस्य कथनस्य विवेचनां कुर्वन्तु - “एतत् रुचिकरम् अस्ति यत् भारते कुक्कुटः अल्प-तन्तोः खाद्यपदार्थानाम् उच्चपोषकतावन्तः पशवः प्रोभूजिनम् आहारे परिवर्तयितुं सर्वाधिकसक्षमाः सन्ति। अल्पतन्तोः खाद्यपदार्थाः मनुष्याणां कृते उपयुक्ताः न भवन्ति।

अण्डानां तथा च ब्रौलरकुक्कुटानाम् उत्पादनम्

ब्रौलरकुक्कुटीशिशवः उत्तमवृद्धेः कृते तथा च उत्तम-आहारदक्षतायाः कृते जीवसत्त्वात् प्रचुरम् आहारं प्राप्नुवन्ति। तेषां मृत्युपरिमाणं न्यूनीकर्तुं तथा च तेषां पक्षस्य अपि च मांसस्य गुणवत्तां संरक्षितुं सावधानता स्थापनीया। ते ब्रौलरकुक्कुटीरूपेण उत्पाद्यन्ते तथा च मांसस्य प्रयोजनार्थं तेषां विपणनं क्रियते।

कुक्कुट्याः पालने उत्तमम् उत्पादनं प्राप्तुम् उत्तमाः प्रबन्धनप्रणालयः अत्यन्तम् आवश्यक्यः सन्ति। एतस्य अन्तर्गतम् एतेषाम् आवासे उचिततापस्य तथा च स्वच्छतायाः निर्धारणं कृत्वा कुक्कुट-आहारस्य गुणवत्ता संरक्ष्यते। एतैः सह रोगाणां तथा च पीडकानाम् उपरि नियन्त्रणं तथा च तेभ्यः रक्षणम् अपि सम्मिलितम् अस्ति।

ब्रौलरकुक्कुट्याः आवासः पोषणं तथा च पर्यावरणीय-आवश्यकताः अण्डदाभ्यः कुक्कुटीभ्यः किञ्चित् भिन्नाः भवन्ति। ब्रौलरकुक्कुट्याः आहारे प्रोभूजिनं तथा च वसा प्रचुरमात्रायां भवति। कुक्कुट-आहारे A जीवसत्त्वस्य तथा च K जीवसत्त्वस्य मात्रा अपि अधिका स्थाप्यते।

जीवाणोः, विषाणोः, कवकस्य, परजीविनः तथा च पोषणहीनतायाः कारणेन कुक्कुटीनां बहुविधाः रोगाः अपि भवितुम् अर्हन्ति। अतः स्वच्छतायाः विशेष-अवधानं करणीयम्। एतस्य कृते नियमितरूपेण रोगाणुनाशिपदार्थानां सेचनम् आवश्यकम् अस्ति कुक्कुटीनां संक्रामकरोगात् रक्षणार्थं टीकाकरणं कारणीयम्। एतस्याः सावधानतायाः अनुसरणेन रोगाणां प्रसरणस्य दशायां कुक्कुटस्य न्यूनतमहानिः भवति।

प्रश्नः

1. पशुपालनं तथा च कुक्कुटपालनस्य प्रबन्धनप्रणाल्यां का समानता अस्ति?
2. ब्रौलरकुक्कुट्याः अण्डदायाः लेयरकुक्कुट्याः च मध्ये कः भेदः अस्ति। एतस्य प्रबन्धनस्य भेदम् अपि स्पष्टीकुर्वन्तु।

क्रियाकलापः 15.4

- कुक्कुटपालनकेन्द्रं गच्छन्तु। तत्र विविधप्रजातीनाम् अवलोकनं कुर्वन्तु।
- तेभ्यः दीयमानस्य आहारस्य, तेषाम् आवासस्य तथा च प्रकाशसुविधानां टिप्पणीं कुर्वन्तु। अण्डदां लेयरकुक्कुटीं तथा च ब्रौलरकुक्कुटीं परिचिन्वन्तु।

15.2.3 मत्स्य-उत्पादनम्

अस्माकं भोजने मत्स्यः प्रोभूजिनस्य किञ्चन समृद्धं स्रोतः अस्ति। मत्स्य-उत्पादने पक्षयुक्ताः मत्स्याः, कवचीयाः मत्स्याः, यथा प्रॉनमत्स्यः तथा च मोलस्कमत्स्यः सम्मिलितः अस्ति। मत्स्यप्राप्तेः विधिद्वयम् अस्ति - प्रथमं प्राकृतिकं स्रोतः (यत् मत्स्यग्रहणं कथ्यते) तथा च द्वितीयं स्रोतः मत्स्यपालनं (अथवा मत्स्यसंवर्धनम्)।

मत्स्यानां जलस्रोतः सामुद्रिकं तथा च प्रत्यग्रं (अलवणीयं जलम्) अस्ति। अलवणीयं जलं नदीषु तथा च तडागेषु भवति। अतः मत्स्यग्रहणं तथा च मत्स्यसंवर्धनं समुद्रस्य तथा च प्रत्यग्रजलस्य पारिस्थितिकतन्त्रेषु कर्तुं शक्यते।

15.2.3 (1) सामुद्रिकं मत्स्यपालनम्

भारतस्य सामुद्रिकमत्स्यसंसाधनक्षेत्रं 7500 महानल्वं सामुद्रिकं तटं तथा च एतत् अतिरिच्य समुद्रस्य गभीरतापर्यन्तम् अस्ति। सर्वाधिकप्रचलितसामुद्रिकमत्स्याः पॉमफ्रेटमत्स्यः, मैकलमत्स्यः, टुनामत्स्यः, सारडाइनमत्स्यः तथा च बांबेडकमत्स्यः अस्ति। सामुद्रिकमत्स्यान् ग्रहीतुं विविधजालानाम् उपयोगः मत्स्यग्राहिनीकाद्वारा क्रियते। उपग्रहद्वारा तथा च प्रतिध्वनिध्वनिद्वारा उद्धटिते समुद्रे मत्स्यानां विशालसमूहस्य अन्वेषणं कर्तुं शक्यते तथा च एतासां सूचनानाम् उपयोगं कृत्वा मत्स्य-उत्पादनं वर्धयितुं शक्यते।

केषाञ्चन आर्थिकमहत्त्ववतां मत्स्यानां समुद्रजले संवर्धनम् अपि कर्तुं शक्यते। एतेषु प्रमुखाः सन्ति -

मुलेटमत्स्यः, भेटकीमत्स्यः तथा च पर्लस्पॉटमत्स्यः (पक्षयुक्ताः मत्स्याः) कवचीयमत्स्याः यथा - जलवृश्चिकः, (15.5 चित्रे) मस्सलमत्स्यः तथा ऑएस्टरमत्स्यः, एवं च सहैव सामुद्रिक-अवकराः। ऑएस्टरमत्स्यस्य संवर्धनं मुक्तानां प्राप्त्यर्थम् अपि क्रियते।

भविष्ये सामुद्रिकमत्स्यानां सङ्ग्रहस्य न्यूनीभवनस्य अवस्थायाम् एतेषां मत्स्यानां पूर्तिः संवर्धनद्वारा भवितुम् अर्हति। एषा प्रणाली सामुद्रिकसंवर्धनं कथ्यते।



मेक्रोब्रेकियम रोजेन वर्गी
(नूतनं जलम्)

पीनस मोनडोन (सामुद्रिकम्)

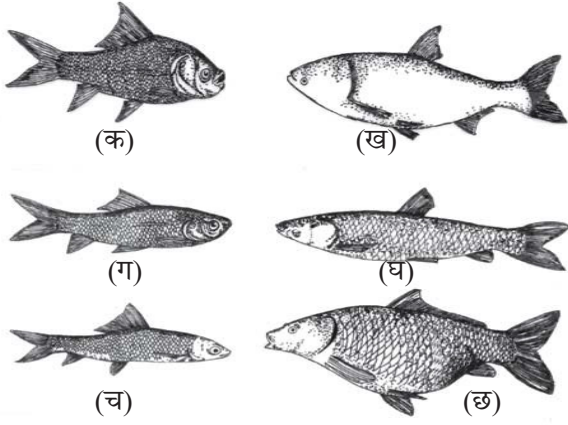
चित्रम् 15.5 नूतनं जलं तथा च सामुद्रिकः जलवृश्चिकः

15.2.3 (2) अन्तःस्थलिमत्स्यपालनम्

नूतनजलस्य स्रोतः, तडागः, सरोवरः तथा च नद्यः सन्ति। क्षारजलस्य संसाधनं, यत्र सामुद्रिकं जलं तथा च नूतनं जलं मिश्रितं भवति यथा नदीमुखं तथा च समुद्रतालः अपि महत्त्वपूर्णः मत्स्यसङ्ग्रहः अस्ति। यदा मत्स्यानां प्रग्रहणम् अन्तःस्थलीवतां स्रोतसाम् उपरि क्रियते तदा उत्पादनम् अधिकं न भवति। एतेभ्यः स्रोतोभ्यः अधिकांशमत्स्य-उत्पादनं जलसंवर्धनद्वारा एव भवति।

मत्स्यसंवर्धनं यदा कदा धान्यसस्येन सह अपि कर्तुं शक्यते। अधिकं मत्स्यसंवर्धनं मिश्रितमत्स्यसंवर्धनतन्त्रेण कर्तुं शक्यते। एतस्यां प्रक्रियायां देशीयानां तथा च आयातानां मत्स्यानां प्रयोगः क्रियते।

एतादृशे तन्त्रे एकस्मिन् तडागे 5 अथवा 6 मत्स्यानाम् उपजातेः प्रयोगः क्रियते। एतेषु एतादृशाः मत्स्याः चीयन्ते येषु आहारार्थं प्रतिस्पर्धा न भवेत् अथवा तेषाम् आहारः भिन्नः भिन्नः भवेत्। एतस्य परिणामतः तडागस्य प्रत्येकं भागे उपलब्ध-आहारस्य प्रयोगः भवति। यथा कटलामत्स्याः जलस्य स्तरात् स्वस्य भोजनं स्वीकुर्वन्ति। मृगलमत्स्याः तथा च कॉमनकार्पमत्स्याः तडागस्य तलात् भोजनं प्राप्नुवन्ति। ग्रासकार्पमत्स्याः अवकरं खादन्ति। एतेन प्रकारेण एते सर्वे अपि मत्स्याः सहैव वसन्तः अपि विना स्पर्धया स्वकीयम् आहारं स्वीकुर्वन्ति (15.6 चित्रे)। एवं तडागेन मत्स्य-उत्पादने वृद्धिः भवति।



चित्रम् 15.6 (क) कटलामत्स्यः (ख) सिल्वरकार्पमत्स्यः (ग) रोहुमत्स्यः
(घ) ग्रासकार्पमत्स्यः (ङ) मृगलमत्स्यः (च) कॉमनकार्पमत्स्यः

मिश्रितमत्स्यसंवर्धने काचित् समस्या एषा अस्ति यत् एतेषु कतिपयमत्स्याः केवलं वृष्टिकाले एव जननं कुर्वन्ति। एतावत् एव न अपि तु यदि मत्स्यडिम्भाः देशीप्रजातितः स्वीक्रियन्ते तर्हि अन्य-उपजातेः डिम्बैः सह मेलितुं शक्नुवन्ति। अतः मत्स्यसंवर्धनस्य कृते उत्तमगुणवत्तायुक्तानां डिम्भानाम् अनुपलब्धिः काचित् गभीरसमस्या अस्ति। एतस्याः समस्यायाः समाधानस्य कृते एतादृशाः विधयः अन्विष्यमाणाः सन्ति यत् तडागे एतेषां मत्स्यानां संवर्धनम् अन्तःस्त्रावस्य उपयोगद्वारा कर्तुं शक्यते। एतेन ऐच्छिकमात्रायां शुद्धमत्स्यानां डिम्भाः प्राप्यमाणाः भविष्यन्ति।

प्रश्नः

1. मत्स्यान् कथं प्राप्नुमः?
2. मिश्रितमत्स्यसंवर्धनस्य के लाभाः सन्ति?

क्रियाकलापः 15.5

- मत्स्यानां जननकाले मत्स्यक्षेत्रं गच्छन्तु तथा च अधोलिखितस्य अवलोकनं कुर्वन्तु।
- तडागे मत्स्यानां विभिन्नाः प्रकाराः।
- तडागानां प्रकाराः।
- मत्स्यक्षेत्रे प्रयुक्ते आहारे मिश्रितं तत्त्वम्।
- परिजानन्तु यत् मत्स्यक्षेत्रस्य मत्स्य-उत्पादनक्षमता का अस्ति?

15.2.4 मधुमक्षिकापालनम्

मधु सर्वत्र उपयुज्यते अतः एतदर्थं मधुमक्षिकापालनस्य उद्यमः कश्चित् कृषि-उद्योगः जातः अस्ति। यतोहि मधुमक्षिकापालने धनस्य निवेशः न्यूनः

अस्ति अतः कृषकाः एतत् धनार्जनस्य अतिरिक्तं साधनं मन्यन्ते। मधु अतिरिच्य मधुमक्षिकायाः छत्रे सिक्थस्य बहूनि उत्तमानि स्रोतांसि सन्ति। सिक्थस्य उपयोगः ओषधेः निर्माणे क्रियते।



चित्रम् 15.7 (क) मधुमक्षिकायाः छत्राणां मधुवाटिकायां व्यवस्था
(ख) मधुनिष्कर्षकम्

व्यावसायिकस्तरे मधु-उत्पादनस्य कृते देशीमक्षिका ऐपिससेरनाइंडिकामक्षिका (सामान्यभारतीया मक्षिका), ऐपिसडोरसेटामक्षिका (काचित् शैलमधुमक्षिका) तथा च ऐपिसप्लोरीमक्षिका (लिटिलमधुमक्षिका) प्रयुज्यते। कस्याश्चित् इटलीदेशीयमधुमक्षिकायाः (ऐपिसमेलीफेरा) प्रयोगः मधु-उत्पादनं वर्धयितुं क्रियते। अतः व्यावसायिकमधु-उत्पादने एतस्याः मक्षिकायाः उपयोगः क्रियते।

इटलीदेशीयमधुमक्षिकायां मधु एकत्र कर्तुं क्षमता बहु अधिका भवति। ताः दंशम् अपि न्यूनं कुर्वन्ति। ताः निर्धारिते छत्रे बहु कालं यावत् निवसन्ति तथा च प्रजननं तीव्रतया कुर्वन्ति। व्यावसायिकमधु-उत्पादनस्य कृते मधुवाटिका अथवा मधुमक्षिकाक्षेत्रं निर्मितम् अस्ति।

मधुनः मूल्यम् अथवा गुणवत्ता मधुमक्षिकाणां विहारभूमौ अर्थात् ताभिः मधु एकत्र कर्तुम् उपलब्धानि पुष्पाणि आश्रित्य भवति। मधुमक्षिकाः पुष्पेभ्यः मकरन्दं परागं च एकत्र कुर्वन्ति। विहारभूमेः पर्याप्त-उपलब्धताम् अतिरिच्य पुष्पाणां प्रकाराः मधुनः स्वादं निर्धारयन्ति।

प्रश्नः

1. मधु-उत्पादनस्य कृते प्रयुक्तमधुमक्षिकायां के के ऐच्छिकगुणाः भवेयुः?
2. विहारभूमिः का अस्ति तथा च एषा मधु-उत्पादनेन कथं सम्बद्धा अस्ति?



भवन्तः

किम्

अधिगतवन्तः

- सस्यस्य कृते आहत्य 16 पोषकाः आवश्यकाः सन्ति। वायुतः कौकिलीयं तथा च प्राणवायुः, जलात् उदजनं तथा च प्राणवायुः अपि च मृत्तिकातः अवशिष्टाः 13 पोषकाः प्राप्यन्ते। एतेषु 13 पोषकेषु 6 पोषकाणां मात्रा अधिका भवेत् अतः एते बृहत्-पोषकाः कथ्यन्ते। अवशिष्टाः 7 पोषकाः न्यूनमात्रायां भवेयुः ये सूक्ष्मपोषकाः कथ्यन्ते।
- सस्यस्य कृते पोषकाणां मुख्यस्रोतः पांसुः तथा च उर्वरकम् अस्ति।
- जैविककृषिप्रणालिषु उर्वरकस्य, कीटनाशकस्य तथा च शाकनाशकस्य अतीव न्यूनः अथवा सर्वथा प्रयोगः एव न क्रियते। एतासु प्रणालिषु स्वस्थसस्यतन्त्रेण सह जैविकपांसूनां, पुनश्चक्रित-अपशिष्टानां तथा च जैवकारकाणाम् अधिकतम-उपयोगः भवति।
- एकस्मिन् विशिष्टे क्षेत्रे सस्य-उत्पादने तथा च पशुपालनादिषु वृद्धिदायककृषिः मिश्रितकृषितन्त्रं कथ्यते।
- मिश्रितसस्ये द्वयम् अथवा बहूनि सस्यानि एकस्मिन् एव क्षेत्रे युगपत् उत्पाद्यन्ते।
- द्वयोः अथवा बहूनां सस्यानां निश्चिते पङ्क्त्याकारे उत्पादनम् अन्तरासस्यकरणं कथ्यते।
- एकस्मिन् एव क्षेत्रे विभिन्नसस्यानि पूर्वनियोजिते अनुक्रमे उत्पादयामः चेत् तत् सस्यचक्रणं कथ्यते।
- उच्च-उत्पादनम्, उत्तमगुणवत्ता जैविकं तथा च अजैविकं कारकं प्रति प्रतिरोधिता, अल्पपरिचयनं कालस्य तथा च परिस्थितीनां कृते अनुकूलस्य तथा च ऐच्छिकसस्यविज्ञानगुणस्य कृते जातिपरिष्कारस्य आवश्यकता भवति।
- पशुशालायाः पशूनां कृते उचितसंरक्षणं तथा च प्रबन्धनम् आवश्यकं यथा – आवासः, आहारः, जननं, तथा च रोगाणाम् उपरि नियन्त्रणम् आवश्यकं भवति। एतत् पशुपालनं कथ्यते।
- कुक्कुटपालनं गृहस्य कुक्कुटीनां संख्यां वर्धयितुं क्रियते। कुक्कुटपालनस्य अन्तर्गतम् अण्डानाम् उत्पादनं तथा च कुक्कुटानां मांसस्य कृते ब्रौलरकुक्कुटस्य उत्पादनम् अस्ति।
- कुक्कुटपालने उत्पादनं वर्धयितुं तथा च उन्नतविधजातीनां कृते भारतीयासु (देशीयासु) तथा च बाह्यजातिषु संकरणं कारयन्ति।
- समुद्रात् तथा च अन्तःस्थलिस्रोतसः मत्स्यान् प्राप्तुं शक्नुमः।
- मत्स्य-उत्पादनं वर्धयितुं तेषां संवर्धनं समुद्रे तथा च अन्तःस्थलिपारिस्थितिकप्रणालिषु कर्तुं शक्यते।
- सामुद्रिकमत्स्यान् ग्रहीतुं प्रतिध्वनिद्वारा ध्वनित्रद्वारा उपग्रहद्वारा च निर्देशितस्य मत्स्यग्रहणजालस्य प्रयोगः क्रियते।
- मिश्रितमत्स्यसंवर्धनतन्त्रं प्रायः मत्स्यपालनस्य कृते उपयुज्यते।

- मधुमक्षिकापालनं मधु तथा च सिक्थं प्राप्तुं क्रियते।



अभ्यासः

1. सस्य-उत्पादनस्य एकस्य विधेः वर्णनं कुर्वन्तु येन अधिकम् उत्पादनं प्राप्तं भवेत्।
2. क्षेत्रेषु पांसोः तथा च उर्वरकस्य उपयोगं किमर्थं कुर्मः?
3. अन्तरासस्यकरणस्य तथा च सस्यचक्रस्य के लाभाः सन्ति?
4. आनुवंशिकं परिवर्तनं किम् अस्ति? कृषिप्रणालिषु एतत् कथम् उपयोगि अस्ति?
5. सङ्ग्रहगृहेषु अन्नस्य हानिः कथं भवति?
6. कृषकाणां कृते पशुपालनप्रणालयः कथं लाभदायिकाः सन्ति?
7. पशुपालनस्य के लाभाः सन्ति?
8. उत्पादनं वर्धयितुं कुक्कुटपालने, मत्स्यपालने तथा च मधुमक्षिकापालने काः समानताः सन्ति?
9. मत्स्यप्रग्रहणं मेरीकल्चर जलसंवर्धनं च इत्येतेषु कः भेदः अस्ति?

उत्तरमाला

अध्याय: 3

4. (क) MgCl_2
(ख) CaO
(ग) $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$
(घ) AlCl_3
(ङ) CaCO_3
5. (क) छौरैयम्, प्राणवायुः
(ख) उदजनवायुः, दुराग्री
(ग) विक्षारम्, उदजनवायुः, कौकिलीयं तथा च प्राणवायुः
(घ) दहातुः, गन्धकः तथा च प्राणवायुः
6. (क) 26 g
(ख) 256 g
(ग) 124 g
(घ) 36.5 g
(ङ) 63 g
7. (क) 14 g
(ख) 108 g
(ग) 1260 g
8. (क) 0.375 मोलम्
(ख) 1.11 मोलम्
(ग) 0.5 मोलम्
9. (क) 3.2 g
(ख) 9.0 g
10. 3.76×10^{22} अणुः
11. 6.022×10^{20} आयनम्

अध्याय: 4

10. 80.006
11. = 90%, 10%
12. संयोजकता = 1, तत्त्वस्य नाम लध्वातुः अस्ति।
13. द्रव्यमानस्य संख्या $\times = 12$, $Y = 14$, उभयम् अपि समस्थानिकम् अस्ति।

14. (क) F (ख) F (ग) T (घ) F
 15. (क) (ख) × (ग) × (घ) ×
 16. (क) × (ख) × (ग) (घ) ×
 17. (क) × (ख) (ग) × (घ) ×
 18. (क) × (ख) × (ग) × (घ)

परमाणु- संख्या	द्रव्यमान- संख्या	कणिका- संख्या	प्राणु- संख्या	विद्युदणु- संख्या	परमाणु- उपजातिसंख्या
9	19	10	9	9	फ्लोरीन
16	32	16	16	16	गन्धकः
12	24	12	12	12	भ्राजातुः
1	2	1	1	1	ड्यूटेरियम
1	1	0	1	0	प्रोटियम

अध्याय: 8

- (क) दूरता = 2200 m; विस्थापनम् = 200 m.
- (क) सामान्यतः गतिः = सामान्यतः वेगः = 2.00 m s^{-1}
 (ख) सामान्यतः गतिः = 1.90 m s^{-1} ; सामान्यतः वेगः = 0.952 m s^{-1}
- सामान्यतः गतिः = 24 km h^{-1}
- पर्यटिता दूरता = 96 m
- वेगः = 20 m s^{-1} ; समयः = 2 s
- गतिः = 3.07 km s^{-1}

अध्याय: 9

- c
- 14000 N
- 4 N
- (क) 35000 N
 (ख) 3.5 m s^{-2}
 (ग) 28000 N
- 2550 N यानस्य गतेः विपरीतदिशि।
- d
- 200 N
- 3 km m s^{-1}
- 3 kg m s^{-1}
- 2.25 m; 50 N
- 10 kg m s^{-1} ; 10 kg m s^{-1} ; $5/3 \text{ m s}^{-1}$
- 500 kg m s^{-1} ; 800 kg m s^{-1} 50 N
- 40 kg m s^{-1}

- A2. 240 N
A3. 2500 N
A4. 5 m s⁻²; kg m s⁻¹; 6000 N

अध्याय: 10

3. 9.8 M
12. पृथिव्यां भारः 98 N तथा च चन्द्रे भारः 16.3 N अस्ति।
13. अधिकतम-उन्नतता 122.5 m तथा च आहत्य समयः 10 s अस्ति।
14. अन्तिमवेगः = 19.6 m s⁻¹।
15. अधिकतम-उन्नतता + 80 m, निश्चितं विस्थापनम् = 0. आहत्य पर्यटिता दूरता = 160 m।
16. गुरुत्वाकर्षणे बलम् = 53.36×10^{32} N।
17. 4 s पश्चात्, तुङ्गात् 80 m अधः।
18. प्रारम्भिकः वेगः + 29.4 m s⁻¹, उन्नतता = 44.1 m, 4 s पश्चात् कन्दुकम् उपरिष्ठात् 4.9 m दूरतायां भविष्यति
अथवा अधस्तात् 39.2 m दूरतायां भविष्यति।
21. पदार्थः निमज्जितः भविष्यति।
22. बन्धः निमज्जितः भविष्यति। विस्थापितस्य जलस्य द्रव्यमानं 350 g भविष्यति।

अध्याय: 11

2. शून्यम्
4. 210 J
5. शून्यम्
9. 9×10^8 J
11. शून्यम्
14. 15 kW h, 1000 J
17. 208333.3 J
18. (क) शून्यम्
(ख) धनात्मकम्
(ग) ऋणात्मकम्
20. 20 kWh

अध्याय: 12

7. 17.2 स, 0.0172 स
8. 18.55
9. 6000
13. 11.47 s
14. 22600 Hz
20. 1450 m s⁻¹

पारिभाषिक शब्दावली

हिन्दी	आङ्ग्लम्	संस्कृतम्
अनियमित	Random	अनियमितः
अभिकर्मक	Reagent	अभिकर्मकम्
अभिकारक	Reactant	अभिकारकम्
अभिग्रहित	Postulates	अभिगृहीतम्
अभिलाक्षणिक	Characteristic	अभिलाक्षणिकम्
अनुमोदन	Recommendations	अनुमोदनम्
अन्योन्य	Crossover	अन्योऽन्यम्
अविभाज्य	Indivisible	अविभाज्यम्
अवपरमाणुक	Sub-atomic	अवपरमाणुकम्
अविनाशी	Indestructible	अविनाशी
अक्रिय	Inert	अक्रियम्
अष्टक	Octet	अष्टकम्
अणु	Molecule	अणुः
अनुप्रयोग	Applications	अनुप्रयोगः
अल्प परासरण दाबी घोल	Hypo osmotic pressure solution	अल्पपरासरणपीडनविलयनम्
अति परासरण दाबी घोल	Hyper osmotic pressure solution	अतिपरासरणपीडनविलयनम्
अलवणीय जल	Fresh Water	अलवणीयजलम्
अन्तर्द्रव्यीय जालिका	Endoplasmic Reticulum (ER)	अन्तर्द्रव्यीयजालिका
अस्थि	Bone	अस्थि
अरेखित पेशी	Unstrlated muscle	अरेखितपेशी
असमतापी	Cold-blooded	असमतापी
अवपंकी	Slimy	अवपङ्की
असमान	Non-uniform	असमानम्
अभिकेन्द्र-बल	Centripetal-force	अभिकेन्द्रबलम्
अभिकलन	Compute	अभिकलनम्
अधिकतम	Maximum	अधिकतमम्
अधोमुखी	Downward	अधोमुखी
अभिकर्ता	Agent	अभिकर्ता
अनुदैर्घ्य	Longitudinal	अनुदैर्घ्यम्
अनुप्रस्थ	Transverse	अनुप्रस्थम्
अनुरणन	Reverberation	अनुरणनम्
अवश्रव्य	Infrasonic	अवश्रव्यम्
अभिग्रहण	Receiving	अभिग्रहणम्
असंक्रामक	Non-infectious	असङ्क्रामकम्

अजैव कारक	Abiotic Component	अजैवकारकम्
आनुवंशिकीय रूपान्तरित	Genetically Modified	आनुवंशिकीय रूपान्तरितम्
अनुकूलता	Adaptability	अनुकूलता
अक्षय	Inexhaustible	अक्षयम्
अक्षांश	Latitude	अक्षांशः
अर्बुद	Tumour	अर्बुदम्
अमिश्रणीय	Immiscible	अमिश्रणीयम्
अस्थि चालक	Bone conducting	अस्थिचालकः
अदिश	Scalars	मानकम्
अतिसूक्ष्मी स्तर	Hyperfine level	अतिसूक्ष्मी स्तरः
असमान गति	Non-uniform motion	असमानगतिः
अवनमन कोण	Angle of depression	अवनमनकोणः
अर्धसूत्री विभाजन	Meiosis	अर्धसूत्रिविभाजनम्
अति ऊष्मित	Superheated	अति-ऊष्मितम्
अतिसंतृप्त	Super saturated	अतिसन्तृप्तम्
अतिसार	diarrhoea	अतिसारः
अभयारण्य	Sanctuaries	अभयारण्यम्
अपधातु	Metalloid	अपधातुः
अपघटक	Decomposers	अपघटकम्
अपघटन	Decomposition	अपघटनम्
अपरिष्कृत तेल	Crude oil	अपरिष्कृततैलम्
अपरदन	Erosion	अपरदनम्
अपोपचय अभिक्रिया	Redox reaction	अपोपचय-अभिक्रिया
अपचायक	Reducing agent	अपचायकम्
अरीय	Radial	अरीयम्
असंगतियाँ	Anomalies	असङ्गतिः
असंचरणीय (असंक्रामक) रोग	Non-communicable disease	असञ्चरणीयरोगः
असीमकेन्द्रक	Prokaryotes	असीमकेन्द्रकम्
अवर्णी लवक	Leucoplast	अवर्णी-लवकः
अवक्षेप	Precipitate	अवक्षेपः
अवायवीय	Anaerobic	अवायवीयम्
अनवीकरणीय	Non-renewable	अनवीकरणीयम्
अगुणित	Haploid	अगुणितम्
अल्पपोषण	Under nutrition	अल्पपोषणम्
अपकेन्द्रण	Centrifugation	अपकेन्द्रणम्
आर्द्रता	Humidity	आर्द्रता
आघातवर्ध्य	Malleable	आघातवर्ध्यम्

आवर्धक लेंस
आण्विक
आवेश
आवास
आनुपातिकता स्थिरांक
आवृत्ति
आयाम
आमाशय
आकाशगंगा
आयतन प्रसार गुणांक
आयनकारी
आण्विक गति
आदिप्ररूप
आपेक्षिक घनत्व
आपेक्षिक आर्द्रता
ऑक्सीकारक
आपेक्षिक बाहुल्य
आप्लावित
आरक्षित जैवमंडल
आर्द्रक्षेत्र
आवर्तिता
आवर्ती पुनरावृत्ति
आत्मघाती थैली
आनुवंशिक परिवर्तनशीलता
उत्पाद
उपापचयी
उद्दीपन
उपास्थि
उत्सर्जन
उभयचर
उभयलिंगी
उद्गम बिन्दु
उत्प्लावकता
उत्प्लावन बल
उथला
उपार्जित
उपरिमृदा

Magnifying glass
Molecular
Charge
Habitat
Constant of proportionality
Frequency
Amplitude
Stomach
Galaxy
Coefficient of volume expansion
Ionising
Molecular motion
Prototype
Relative density
Relative humidity
Oxidising agent
Relative abundance
Flooding
Biosphere reserve
Wet zone
Periodicity
Periodic recurrence
Suicide bag
Genetic variability
Product
Metabolism
Stimulus
Cartilage
Excretion
Amphibian
Hermaphrodite
Origin
Buoyancy
Buoyant force
Shallow
Acquired
Top soil

आवर्धकवीक्षः
आण्विकः
आवेशः
आवासः
आनुपातिकता-स्थिराङ्कः
आवृत्तिः
आयामः
आमाशयः
आकाशगङ्गा
आयतनप्रसारगुणाङ्कः
आयनकारी
आण्विकगतिः
आदिप्ररूपम्
आपेक्षिकघनत्वम्
आपेक्षिक-आर्द्रता
ऑक्सीकारकः
आपेक्षिकबाहुल्यम्
आप्लावितम्
आरक्षितं जैवमण्डलम्
आर्द्रक्षेत्रम्
आवर्तिता
आवर्ती पुनरावृत्तिः
आत्मघाती स्यूतः
आनुवंशिकपरिवर्तनशीलता
उत्पादः
उपापचयी
उद्दीपनम्
उपास्थि
उत्सर्जनम्
उभयचरः
उभयलिङ्गी
उद्गमबिन्दुः
उत्प्लावकता
उत्प्लावनबलम्
गाधः
उपार्जितः
उपरिमृदा

उच्चता	Altitude	उच्चता
उपोत्पाद	Byproduct	उपोत्पादः
उदर	Abdomen	उदरम्
उल्का पिण्ड	Meteorites	उल्कापिण्डम्
उल्का	Meteors	उल्का
उर्वरा शक्ति	Fertility	उर्वराशक्तिः
उत्खनन	Excavation	उत्खननम्
उत्पादक	Producers	उत्पादकः
उत्सर्जन स्पेक्ट्रम	Emmission spectrum	उत्सर्जन-स्पेक्ट्रम
उत्सर्जन नलिका	Discharge tube	उत्सर्जन-नलिका
ऊर्ध्वपातन	Sublimation	ऊर्ध्वपातनम्
ऊर्जा स्तर	Energy level	ऊर्जास्तरः
ऊर्ध्वमुखी	Upward	ऊर्ध्वमुखी
ऊर्जा	Energy	ऊर्जा
ऊष्मागतिकी	Thermodynamics	ऊष्मागतिकी
ऊतक	Tissue	ऊतकम्
ऊष्माक्षेपी	Exothermic	ऊष्माक्षेपी
ऊष्मा का यान्त्रिक तुल्यांक	Mechanical equivalent of heat	ऊष्मणः यान्त्रिकः तुल्याङ्कः
ऊष्मा	Heat	ऊष्मा
ऊर्मिकाँ	Ripples	ऊर्मयः
ऊर्ध्वाधर	Vertical	ऊर्ध्वाधरः
एपिथीलियमी ऊतक	Epithelial tissue	उपकला-ऊतकम्
एरिओलर	Areolar	कोशिका
एपिडर्मिस	Epidermis	वल्कलम्
एककोशिक	Unicellular	एककोशिकः
एक बीज पत्री	Monocot	एकबीजपत्री
एकसमान	Uniform	एकसमानः
एकसमान गति	Uniform motion	एकसमानगतिः
ऐरेंकाइमा	Aeranchyma	वायूतकम्
ऐम्फिबिया	Amphibia	जलस्थलचरः
ऐच्छिक सस्य-विज्ञान गुण	Desirable agronomic characteristics	ऐच्छिकसस्यविज्ञानगुणः
ऐक्सॉन	Axon	तन्त्रिकाक्षः
औजार	Tool	उपकरणम्
अंतर्विष्ट विभज्योतक	Intercalary maristeme	अन्तर्विष्टं विभज्योतकम्
अंडाशय	Ovary	अण्डाशयः
अंतः कंकाल	Endoskeleton	अन्तः अस्थिपञ्जरम्
अंतराकिस्मीय	Intervarietal	अन्तरा-किस्मीयम्

अंतरास्पीशीज़	Interspecific	अन्तरा-जाति-वरणम्
अंतरवंशीय	Intergeneric	अन्तर्वंशीयम्
अंतराफसलीकरण	Intercropping	अन्तरा-सस्यकरणम्
अंगक	Organell	अङ्गकम्
अंतःपरिवर्तित	Interconvertible	अन्तःपरिवर्तितम्
अंशांकन	Calibrate	अंशाङ्कनम्
अंतःश्वसन उपचार	Inhalation therapy	अन्तःश्वसन-उपचारः
अंतःक्षिप्त	Inject	अन्तःक्षिप्तम्
अन्तरानाभिक	Internuclear	अन्तरानाभिकम्
अन्तर्दहन इंजन	Internal combustion engine	अन्तर्दहनयन्त्रम्
कक्षा	Orbit	कक्षा
कोश	Shell	कोशः
केंद्रक	Nucleus	केन्द्रकम्
कोष्ठक	Compartment	कोष्ठकम्
कोशिकांग	Cell organelles	कोशिकाङ्गम्
कोशिकाद्रव्य	Cytoplasm	कोशिकाद्रव्यम्
कार्यात्मक खंड	Functional segment	कार्यात्मकखण्डः
केंद्रकाय	Nucleoid	केन्द्रकायम्
क्यूटिन	Cutin	
कूपिका	Alveole	कूपिका
कंकाल पेशी	Skeletal muscles	अस्थिपञ्जरपेशी
कंडरा	Tendon	कण्डरा
कूटसीलोम	Pseudo coelom	पाषण्डगुहा
कंकाल	Skeleton	अस्थिपञ्जरम्
कुल ,फैमिली	Family	कुलम् , परिवारः
कवक, फंजाई	Fungi	मधुरिका
कोशिका भित्ति	Cell wall	कोशिकाभित्तिः
क्रिप्टोगेम	Cryptogem	
कंपन	Vibrate	कम्पनम्
कोशिका	Cell	कोशिका
क्लोरोफिल	Chlorophyll	पर्णशादः
कालेकाइमा	Collenchyma	
कगार	Ledge	तटम्
कलन	Calculus	कलनम्
कार्य	Work	कार्यम्
कर्ण पटह	Ear drum	कर्णपटहः
कर्ण पल्लव	Pinna	कर्णपल्लवम्

कर्णावर्त	Cochlea	कर्णावर्तम्
कूडा-करकट	Garbage	अवकरः
कारक	Agent	कारकम्
कोहरा	Fog	तुषारः
कुक्कुट पालन	Poultry	कुक्कुटपालनम्
कीटनाशी	Pesticides	कीटनाशी
कर्षण	Pluck	कर्षणम्
कर्षित वाद्य यंत्र	Plucked musical instrument	कर्षितवाद्ययन्त्रम्
कार्तीय	Cartesian	कार्तीयम्
क्रमवीक्षण	Scanning	क्रमवीक्षणम्
कृषि-वानिकी	Agro-forestry	कृषिक्षेत्रम्
कृषिनाशक जीव	Agricultural pest	कृषिनाशकजीवः
कृत्रिम पुनः आवेशन	Artificial recharging	कृत्रिमपुनःआवेशनम्
कृत्रिम वीर्यसंचन	Artificial insemination	कृत्रिमवीर्यसञ्चनम्
किरणित	Irradiated	किरणितम्
कशेरुक-दंड	Vertebral column	कशेरुकदण्डः
कोशिकांग	Cell organelles	कोशिकाङ्गम्
कर्दम	Slurry	कर्दमः
क्लोमछिद्र	Gill slits	क्लोमच्छिद्रम्
क्वथनांक	Boiling point	क्वथनाङ्कः
खुरदरी अंतर्द्रव्यीय जालिका	Rough Endoplasmic Reticulum (RER)	रूक्ष-अन्तर्द्रव्यीयजालिका
खगोलीय	Celestial	खगोलीयम्
खगोलीय पिंड	Celestial body	खगोलीयं पिण्डम्
खरपतवार	Weeds	अवकरः
खाद्य जाल	Food web	खाद्यजलम्
ग्रहण	Gain	ग्रहणम्
ग्रंथिल एपिथिलियम	Glandular epithelium	ग्रन्थिलोपकला
गण, आर्डर	Order	गणः, आदेशः
गलफडा	Gill	गलगण्डः
ग्रन्थि	Gland	ग्रन्थिः
गुरुत्वीय स्थिरांक	Gravitational Constant	गुरुत्वीयः स्थिराङ्कः
गुटिका	Pebble	गुटिका
गतिज ऊर्जा	Kienetic energy	गतिजा ऊर्जा
गर्त	Depression	गर्तः
गोलक	Bob	गोलकम्
गर्त	Trough	गर्तः
गरज(गर्जन)	Thunder	गर्जनम्

ग्रहणी	Duodenum	ग्रहणी
गौ-चेचक	Cowpox	गो-मसूरिका
ग्राह्यता	Susceptibility	ग्राह्यता
गुरुत्व केंद्र	Centre of gravity	गुरुत्वकेन्द्रम्
गुरुत्वाकर्षण	Gravitation	गुरुत्वाकर्षणम्
गुरुत्वानुवर्तन	Geotropism	गुरुत्वानुवर्तनम्
गुप्त ऊष्मा	Latent heat	गुप्तोष्मा
गलन	Melting	गलनम्
ग्राही(अभिग्राही)	Receiver	ग्राही (अभिग्राही)
गॉल्जी काय	Golgi body	गॉल्जीकायः
गॉल्जी सम्मिश्र	Golgi complex	गॉल्जीसम्मिश्रः
गुणांक	Coefficient	गुणाङ्कः
गुणसूत्र	Chromosomes	गुणसूत्रम्
घटक	Components	घटकः
घटक	Constituents	सङ्घटकः
घनाकार एपिथिलियम्	Cuboidal epithelium	घनाकार-ऊतकम्
घर्षण	Rotate	परिभ्रमणम्
घर्षण	Friction	घर्षणम्
घोषित शक्ति	Rated powder	घोषितशक्तिः
घातरोधी	Shock absorbing	घातरोधी
चिकनी अंतर्द्रव्यीय जालिका	Smooth Endoplasmic Reticulum(SER)	चिक्कण-अन्तर्द्रव्यीयजालिका
चिकनी पेशी	Smooth muscles	चिक्कणपेशी
चपेट कृमि	Flatworm	चिमिट-कृमिः
चाल	Speed	वेगः
चक्रवात	Cyclone	चक्रवातः
चेचक	Smallpox	मसूरिका
चिकनी मिट्टी	Clay soil	चिक्कणमृत्तिका
चालक	Conductor	चालकः
चतुर्थांश	Quadrant	चतुर्थांशः
चट्टान	Cliff	प्रपातः
ज्वलन नली	Ignition tube	ज्वलन-नलिका
जाइलम्	Xylem	काष्ठम्
जीवाणु	Bacteria	जीवाणुः
जैव विकास	Organic Evolution	जैवविकासः
जगत, किंगडम	Kingdom	देशः
जाति, स्पीशीज़	Species	उपजातिः
ज्वार-भाटा	Tide	समुद्रवेला

जुगत	Gadgets	यन्त्रम्
जूँ	Lice	यूका
जलमंडल	Hydrosphere	जलमण्डलम्
जीवमंडल	Biosphere	जीवमण्डलम्
जैविक कारक	Biotic component	जैविककारकम्
जल-संचय	Water Harvesting	जलसञ्चयः
जैवविविधता	Biodiversity	जैवविविधता
जीव भूरासायनिक चक्रण	Biogeochemical cycle	जीवभूरासायनिकचक्रणम्
जैव-उर्वरक	Biofertilizers	जैव-उर्वरकम्
जैव-कीटनाशी	Biopesticides	जैवकीटनाशी
जल-कृषि	Mariculture Aquaculture	जल-कृषिः
ज्योति तीव्रता	Luminous intensity	ज्योतितीव्रता
जड़त्व	Inertia	जडत्वम्
जठरवाही गुहा	Gastrovascular cavity	जठरवाहिनी गुहा
जीवक	Zoid	जीवकम्
जीवाश्मी ईंधन	Fossil fuel	जीवाश्म-ईन्धनम्
जीवजात	Biota	जीवजातिः
जैव आवर्धन	Biomagnification	जैव-आवर्धनम्
जैवमात्रा	Biomass	जैवमात्रा
जैव प्रौद्योगिकी	Biotechnology	जैवप्रौद्योगिकी
जलधारण क्षमता	Water holding capacity	जलधारणक्षमता
जल निकास	Drainage	जलनिकासः
जल तल	Water level	जलतलम्
जलभीति	Hydrophobia	जलभीतिः
जलोद्भिद	Hydrophyte	जलोद्भिदः
झिल्ली	Membrane	झिल्लिका
ट्रैकिड्स	Tracheids	
टीका	Vaccine	टीका
टीकाकरण	Vaccination	टीकाकरणम्
टिकाऊ कृषि	Sustainable agriculture	दीर्घकालिककृषिः
डेंड्राइट	Dendrite	
तन्य	Ductile	तन्यम्
त्याग	Loss	त्यागः
तान्त्रिका ऊतक	Nervous Tissue	तान्त्रिका-ऊतकम्
त्वरण	Acceleration	त्वरणम्
त्वरित	Accelerated	त्वरितम्
तन्त्रिका कोशिका	Nerve cell	तन्त्रिका-कोशिका

तरल	Fluid	तरलम्
तानित	Stretched	तानितम्
तरंग	Wave	तरङ्गः
तरंगदैर्घ्य	Wave length	तरङ्गदैर्घ्यम्
तीव्रता	Intensity	तीव्रता
तीव्र(प्रचण्ड)	Acute	तीव्रम्
तंत्रिकारज्जु	Nerve cord	तन्त्रिकारज्जुः
तापीय अपघटन	Thermal decomposition	तापीय-अपघटनम्
तप्तता की कोटि	Degree of hotness	तप्तताकोटिः
तप्तता	Hotness	तप्तता
ताप	Temperature	तापः
तापीय साम्य	Thermal equilibrium	तापीयसाम्यम्
थैली(पुटिका)	Bag	स्यूतः
दृढ	Rigid	दृढम्
द्रव्य	Matter	द्रव्यम्
द्रव्यमान	Mass	द्रव्यमानम्
द्वि-आवेशित	Doubly charged	द्वि-आवेशितम्
द्रव्यमान संख्या	Mass number	द्रव्यमानसंख्या
द्रव्य कुंचन	Plasmolysis	द्रव्यकुञ्चनम्
द्विबीज पत्री	Dicot	द्विबीजपत्री
द्विपार्श्व सममिति	Bilateral symmetry	द्विपार्श्विकसममितिः
द्विकोरिक	Diploblastic	द्विकोरिकम्
देहगुहा	Coelom	देहगुहा
द्विनाम पद्धति	Binomial nomenclature	द्विनामपद्धतिः
दूरि	Distance	दूरता
दाब	Pressure	पीडनम्
दैर्घ्यवृद्धि	Elongation	दैर्घ्यवृद्धिः
दीर्घवृत्त	Ellipse	दीर्घवृत्तम्
दोलन	Oscillation	दोलनम्
दीर्घकालिक	Chronic	दीर्घकालिकम्
दुधारू-पशु	Mulched animal	दुग्धदः पशुः
दुग्ध	Lactation period	दुग्धम्
देशी	Indigenous	देशी
दंशन कोशिकाएँ	Stinging cells	दंशनकोशिकाः
दोहन	Exploitation	दोहनम्
दुर्दम	Malignant	दुर्दमः
दुग्धमापी	Lactometer	दुग्धमापी

दुग्धस्रवण	Lactation	दुग्धस्रवणम्
दुर्लभ	Rare	दुर्लभः
देशज	Indigenous	देशजः
द्रव्यमान स्पेक्ट्रोमिति	Mass spectrometry	द्रव्यमान-स्पेक्ट्रोमितिः
द्रव्यमान केंद्र	Centre of mass	द्रव्यमानकेन्द्रम्
द्विधात्वीय पत्ती	Bimetallic strip	द्विधात्वीयपत्रम्
द्विविस्थापन अभिक्रियाएँ	Double displacement reactions	द्विविस्थापन-अभिक्रियाः
द्विपादिता	Bipedality	द्विपादिता
द्विगुणित	Diploid	द्विगुणितम्
धनायन	Cation	धनायनम्
धनावेशित	Positively charged	धनावेशितम्
धारा रेखीय	Streamlined	धारारेखीयम्
ध्वनि बूम	Sonic boom	ध्वनिगर्जनम्
ध्वनि पट्ट	Sound board	ध्वनिपट्टः
ध्वनि निर्बंध	Persistence of sound	ध्वनिनिर्बन्धः
धूम-कोहरा	Smog	धूमतुषारः
धूमन	Fumigation	धूमनम्
धमनी-काठिन्य	Arterio-sclerosis	धमनी-काठिन्यम्
धातुक्रमीय	Metallurgical	धातुक्रमीयम्
ध्रुवीय हिमाच्छद	Polar ice caps	ध्रुवीय-हिमाच्छदः
न्यूनतम	Minimum	न्यूनतमम्
निष्कर्ष	Conclusion	निष्कर्षः
निलंबन	Suspension	निलम्बनम्
निचोड़	Extract	सारः
निरीक्षण	Observe	निरीक्षणम्
नाभिकीय	Nuclear	नाभिकीयम्
न्यूरॉन	Neuron	तन्त्रिका-कोशिकाः
नील-हरित शैवाल	Blue-green Algae	नील-हरित-शैवालः
नाम पद्धति	Nomenclature	नामपद्धतिः
नियत	Constant	नियतम्
नाभिक	Nucleus	नाभिकम्
निकाय	System	निकायः
निहाई	Anvil	शूर्मः
निलम्बित	Suspended	निलम्बितः
नाद पट	Sound board	नादपट्टः
नोदक	Propellar	नोदकः
नालतंत्र	Canal system	नलिकातन्त्रम्

नस्ल	Breed	जाति:
नैदानिक	Diagnostic	नैदानिकम्
नलकूप	Tubewell	नलकूपः
निषेचन	Fertilisation	निषेचनम्
निक्षेप	Deposit	निक्षेपः
निमज्जन	Land submergence	निमज्जनम्
निम्नीकरण	Degradation	निम्नीकरणम्
निचय	Reserve	निचयः
निर्जलीकरण	Dehydration	निर्जलीकरणम्
निर्वात	Vaccum	निर्वातः
परिघटना	Phenomenon	परिघटना
परित्याग करना	Expose	परित्यागकरणम्
पिघलना	Melting	विगलनम्
प्रतिदर्श	Model	प्रतिदर्शः
पृथक् करने की कीप	Separating	पृथक्करणस्य पुटकम्
परिक्षिप्त	Dispersed	परिक्षिप्तम्
परिक्षेपण	Dispersion	परिक्षेपणम्
प्रावस्था	Phase	प्रावस्था
प्रभाजी आसवन	Fractional Distillation	प्रभाजी-आवसनम्
प्रभाजी स्तम्भ	Fractionating column	प्रभाजी-स्तम्भः
पंखुडियाँ	Petals	दलम्
प्रतिध्वनि उत्पन्न करने वाले	Sonorous	प्रतिध्वनि-उत्पादकाः
पादांक	Subscript	पादाङ्कः
परमाण्विक	Atomic	परमाण्विकम्
पदार्थ	Substance	पदार्थः
प्रायोगिक तौर पर	Experimentally	प्रायोगिकत्वेन
परिकलन	Calculate	परिकलनम्
पन्नी	Foil	पर्णिका
प्रकीर्णन	Scattering	प्रकीर्णनम्
परमाणु संख्या	Atomic number	परमाणुसंख्या
परमाणु द्रव्यमान	Atomic mass	परमाणु-द्रव्यमानम्
प्रतीक	Symbol	प्रतीकम्
प्लाज्मा झिल्ली	Plasma membrane	प्लाज्माझिल्लिका
परासरण नियम	Osmosis law	परासरणनियमः
पेशीय ऊतक	Muscular Tissue	पेशीय-ऊतकम्
पक्षमाभी एपिथीलियम	Cilliary epithelium	पक्षमाभी-ऊतकम्
प्लैज्मा	Plasma	प्लाज्मा

पदानुक्रम
 पारस्परिक
 परस्पर संबंधी
 प्रकाश संश्लेषण
 प्रवाल
 प्रोटिस्ता
 पादपजगत, प्लांटी
 प्राणिजगत ऐनिमोलिया
 प्रोकैरियोटिक
 पर्णहरित, क्लोरोफिल
 पर
 पंख
 परिमाण
 परिक्रमण
 पृष्ठ
 प्रतिक्रिप
 प्रणोद
 पेशीय कोशिका
 पादप ऊतक
 पार्श्व विभज्योतक
 प्रकाश संश्लेषण
 पैरेन्काइमा
 पेक्टिन
 पार्थिव
 प्लवन
 प्रणोद
 परिरुद्ध
 परिशुद्ध
 प्रतीक
 पाल नाव
 प्रबलता
 पराध्वनिक
 प्रघाती तरंगे
 प्रतिध्वनि
 पराध्वनि(पराश्रव्य)
 प्रेषित्र
 प्रेषण

Hierarchy
 Mutual
 Mutually related
 Photosynthesis
 Coral
 Protista
 Plantae
 Animalia
 Prokaryotic
 Chlorophyll
 Feotheros
 Wings
 Magnitude
 Revolve
 Surface
 Recoil
 Thrust
 Muscular cell
 Plant Tissue
 Lateral meristem
 Photosynthesis
 Parenchyma
 Pectin
 Terrestrial
 Floatation
 Thrust
 Confined
 Precise
 Symbol
 Sail boat
 Loudness
 Supersonic
 Shock waves
 Echo
 Ultra sound
 Transmitter
 Transmission

पदानुक्रमः
 पारस्परिकम्
 परस्परसम्बन्धी
 प्रकाशसंश्लेषणम्
 प्रवालः
 प्रोटिस्ता
 अकेन्द्रिकम्
 पर्णशादः
 पक्षः
 परिमाणम्
 परिक्रमणम्
 पृष्ठम्
 प्रतिक्रिपः
 प्रणोदः
 पेशीयकोशिका
 पादप-ऊतकम्
 पार्श्वविभज्योतकम्
 प्रकाशसंश्लेषणम्
 जीवतकम्
 पार्थिवम्
 प्लवनम्
 प्रणोदः
 परिरुद्धम्
 परिशुद्धम्
 प्रतीकम्
 पालनौका
 प्रबलता
 पराध्वनिकम्
 प्रघातितरङ्गाः
 प्रतिध्वनिः
 पराध्वनिः(पराश्रव्यः)
 प्रेषित्रम्
 प्रेषणम्

प्रतिध्वनिक परासन
पर्यावरण
पेप्टिक व्रण
पीलिया
प्रतिजैविक
प्रभाजी आसवन
प्रतिरक्षीकरण
प्रवाहिका
पेशी-कंकाल
पीडकनाशी
प्रकाशसंश्लेषण
प्रतिध्वनि गभीरतामापी
पशुधन
परिपक्वन काल
प्रग्रहित क्षेत्र
पशु पालन
पर्ण वृंत
पख
परास
परवलय
पक्षाघात
पंचांगुलि
परिरक्षण
परिशुद्ध
परिवर्ती, चर
परम (निरपेक्ष)
परिष्करणशालाएँ
परिक्षेपण माध्यम
परिक्षिप्त प्रावस्था
परिशोधन
पीढी एकांतरण
पीली कटेरी
परभक्षी
परभोक्ता
परजीवी
पर्यावरण- अनुकूल
पादप प्रजनन

Echo ranging
Environment
Peptic ulcer
Jaundice
Antibiotic
Fractional distillation
Immunisation
Diarrhoea
Musculoskeletal
Pesticides
Photosynthesis
Echo-sounder
Livestock
Maturity duration
Catchment area
Animal husbandary
Petiole
Fin
Range
Parabola
Paralysis
Pentadactylus
Preservation
Exact
Variable
Absolute
Refineries
Dispersion medium
Dispersed phase
Purification
Alternation of generation
Argemone
Predator
Consumers
Parasites
Ecofriendly
Plant breeding

प्रतिध्वनिक-परासन्नम्
पर्यावरणम्
पेप्टिकव्रणः
पाण्डुरोगः
प्रतिजैविकम्
प्रभाजी-आसवनम्
प्रतिरक्षीकरणम्
प्रवाहिका
पेशी-अस्थिपञ्जरम्
पीडकनाशी
प्रकाशसंश्लेषणम्
प्रतिध्वनि-गभीरतामापकम्
पशुधनम्
परिपक्वनकालः
प्रगृहीतक्षेत्रम्
पशुपालनम्
पर्णवृन्तम्
मीनपक्षः
मर्यादा
परवलयः
पक्षाघातः
पञ्चांगुलिः
परिरक्षणम्
परिशुद्धम्
परिवर्ती, चरः
परमः (सिद्धान्तः)
परिष्करणशाला
परिक्षेपणमाध्यमम्
परिक्षिप्त-प्रावस्था
परिशोधनम्
वंश-एकान्तरणम्
हिंसकः
उपभोक्ता
परजीवी
पर्यावरण-अनुकूलम्
पादपप्रजननम्

पद्धति (प्रणाली)
 पार्श्वीय संपीडित
 पशुपहामारी
 पोषण-चक्रण
 पुरः स्थापन
 पुरातत्त्ववेत्ता
 पेशीय वेदना
 पूर्वलग्न
 प्लावमान गैस टंकी
 प्याली
 प्रक्रमण
 प्राणिजात
 प्रक्षेप्य
 प्रकीर्णन
 प्रमोचित
 प्रतिदर्श , नमूना
 प्ररोह
 प्रस्फोट
 प्रक्रम
 प्रचंड
 प्रागैतिहासिक
 फिसलना
 फैलना
 फैनेरोगेम
 फ्लोएम
 फीता .पट्टा
 फेफडा
 फसल किस्मों में सुधार
 फसल चक्र
 फसली सूचकांक
 फफूँद (कवक)
 फलीदार फसलें
 बनावट
 बहुपरमाणुक
 बहुकोशिकीय जीव
 बहुकोशिक
 बीजपत्र

System
 Laterally compressed
 Rinderpest
 Nutrient cycling
 Introduction
 Archaeologists
 Muscular pain
 Prefix
 Floating cylinder gas
 Crucible
 Processing
 Fauna
 Projectile
 Dissemination
 Launched
 Sample
 Shoot
 Burst
 Process
 Violent
 Pre-historic
 Slip
 Scatter
 Phenerogems
 Phloem
 Strap
 Lung
 Varietal improvement
 Crop rotation
 Cropping index
 Fungi
 Legumes
 Texture
 Poly-atomic
 Multicellular animal
 Multicellular
 Seed coat

पद्धतिः
 पार्श्वीयसम्पीडितम्
 पशु-महामारी
 पोषण-चक्रणम्
 पुरःस्थापनम्
 पुरातत्त्ववेत्ता
 पेशीयवेदना
 पूर्वलग्नम्
 प्लवमान-अनिलकोषः
 मूषा
 प्रक्रमणम्
 जीवजन्तुः
 प्रक्षेप्यम्
 प्रकीर्णनम्
 प्रमोचितम्
 प्रतिदर्शः
 प्ररोहः
 प्रस्फोटः
 प्रक्रमः
 प्रचण्डम्
 प्रागैतिहासिकम्
 स्खलनम्
 विकिरणम्
 पोषवाहः
 पट्टिका
 फुफ्फुसः
 सस्यप्रकारेषु प्रगतिः
 सस्यचक्रम्
 सस्यसूचकाङ्कः
 मधुरिका
 शिबिकासस्यानि
 स्वरूपम्
 बहुपरमाणुकम्
 बहुकोशिकीयजीवः
 बहुकोशिकः
 बीजपत्रम्

बहिः कंकाल	Exoskeleton	बहिः अस्थिपञ्जरम्
बल	Force	बलम्
बोलचाल	Parlance	वार्तालापः
बीमारी (रोग)	Disease	रोगः
बाधित आराम	Dis-ease	बाधितः आरामः
बाह्य कंकाल	Dyoskeleton	बाह्य-अस्थिपञ्जरम्
बदरंग	Decolouration	विवर्णनम्
बहुतंत्रिकाशोथ	Polyneuritis	बहुतंत्रिकाशोथः
बहुलित प्रतिध्वनि	Multiple echo	बहुलितप्रतिध्वनिः
बहुलकीकरण	Polymerisation	बहुलकीकरणम्
बाह्य उपचार	Prophylactic treatment	बाह्योपचारः
बाह्य दहन इंजन	External combustion engine	बाह्यदहनयन्त्रम्
बागवानी-चारा प्रणाली	Horti-pastoral system	उद्यानकृषिपद्धतिः
भिन्नात्मक	Fractional	भिन्नात्मकम्
भ्रूण	Embryo	भ्रूणः
भ्रूणपोष	Endosperm	भ्रूणपोषः
भार	Weight	भारः
भूसा	Hay	शुष्कतृणम्
भूकंप	Earthquake	भूकम्पः
भंडार-गृह	Ware house	भाण्डारः
भंजक आसवन	Destructive distillation	भञ्जक-आसवनम्
भंजन	Cracking	भञ्जनम्
भारवाही	Draft	भारवाही
भूकंपी तरंग	Seismic waves	भूकम्पी तरङ्गः
भौतिक संरचना	Physical structure	भौतिकसंरचना
भौम जल	Ground water	भौमजलम्
मध्यवर्तीय	Intermediate	मध्यवर्तीयम्
मापक सिलिंडर	Measuring cylinder	मापककोषः
मेरुरज्जु	Spinal cord	मेरुरज्जुः
मटमैला जल	Muddy water	पङ्किलं जलम्
मत	Doctrine	मतम्
मापना	Determine	मापनम्
मूल टोप	Root cap	मूलशिरस्त्रम्
मूलभूत संरचनात्मक इकाई	Basic structural unit	मूलभूतसंरचनात्मकघटकः
मूलभूत कार्यात्मक इकाई	Basic functional unit	मूलभूतकार्यात्मकघटकः
मौलिक	Fundamental	मौलिकः
मोनेरा	Monera	

मृतजीवी
 मूसला जड
 मेरुदण्ड
 माइक्रोस्कोप
 मुक्त पतन
 मुदरक
 मुँहासे
 मंगल
 मत्स्य-उत्पादन
 मधुमक्खी पालन
 मिश्रित खेती
 मधु-वाटिका
 मधु-निष्कर्षक
 मत्स्य डिम्भ
 मछली पालन
 मछली-संवर्धन
 मरुद्भिद
 मखनिया दूध
 मंदन
 मरमर श्रावी गैलरी
 मापिकी (माप विज्ञान)
 मापन
 मानक
 मीन पख
 मांसलोद्भिद /गुदेदार
 माहू
 मानसिक अधःपतन
 मचली
 मुखदाह
 मुक्तप्लावी
 मुक्तजीवी
 मूल बिन्दु
 मूलानुपाती सूत्र
 यौगिक
 युग्म
 यकृत
 यूकैरियोटिक

Saprophyte
 Taproot
 Vertebral column
 Microscope
 Free Fall
 Hammer
 Acne
 Mars
 Fisheries
 Bee keeping
 Mixed cropping
 Apiary
 Honey extractor
 Fish seed
 Fish farming
 Culture -fishery
 Xerophytes
 Skimmed milk
 Retardation
 Whispering gallery
 Meterology
 Measurement
 Standard
 Flippers
 Succulent
 Aphids
 Dementia memory disorder
 Nausea
 Sore mouth
 Free swimming
 Free living
 Reference point
 Empirical formula
 Compound
 Pair
 Liver
 Eukaryotic

मृतजीवी
 मुख्य मूलम्
 मेरुदण्डः
 सूक्ष्मदर्शनी
 मुक्तपतनम्
 मुद्गरः
 युवगण्डः
 मंगलः
 मत्स्योत्पादनम्
 मधुमक्षिकापालनम्
 मिश्रितकृषिः
 मधुवाटिका
 मधुनिष्कर्षकः
 मत्स्यडिम्भः
 मत्स्यपालनम्
 मत्स्यसंवर्धनम्
 मरुद्भिदः
 उद्धृतं दुग्धम्
 वेगरोधः
 विजञ्जपवीथिका
 मापविज्ञानम्
 मापनम्
 मानकम्
 मीनपक्षः
 रसमयः
 मानसिकम् अधःपतनम्
 अरुचिः
 मुखदाहः
 मुक्तप्लावी
 मुक्तजीवी
 मूलबिन्दुः
 मूलानुपाति सूत्रम्
 यौगिकम्
 युग्मम्
 यकृत
 सुकेन्द्रिकम्

युक्ति	Device	युक्तिः
यांत्रिक	Mechanical	यान्त्रिकम्
याम्योत्तर	Meridian	याम्योत्तरम्
युग्मतारे	Double star	युग्मतारा
यूथचर	Gregarious	सङ्घातचारी
रिक्त स्थान	Space	रिक्तस्थानम्
रंजक	Dye	रञ्जकम्
रासायनिक सूत्र	Chemical formula	रासायनिकं सूत्रम्
रचनात्मक	Constructive	रचनात्मकम्
रक्तवाहिनी	Blood vessel	रक्तवाहिनी
रेखित पेशी	Skeletal muscles	रेखितपेशी
रेशोदार जड	Fibrous root	तन्तुलमूलम्
रबड की नली	Hose	जलनलिका
रक्त	Blood	रक्तम्
रोगमुक्त	Disease free	रोगमुक्तः
रक्तचाप	Blood pressure	रक्तचापः
रोगी	Sick	रोगी
रोग जनक	Pathogenes	रोगजनकः
रूक्षांस	Roughage	रूक्षांसः
रूक्ष	Rough	रूक्षः
रेखीय प्रसार गुणांक	Coefficient of linear expansion	रेखीयप्रसारगुणाङ्कः
रोगाणुनाशन	Disinfection	रोगाणुनाशनम्
रोगवाहक	Disease vector	रोगवाहकम्
रतौंधी	Night blindness	रात्रि-अन्धता
रतुआ	Rust	अयोमलम्
रन्ध्र	Stomata	रन्ध्रम्
रसधानी	Vacuole	रसधानी
लवक	Plastid	मुञ्जः
लिग्निन	Lignin	लिग्निन
लोलक	Pendulum	लोलकम्
लक्षण	Symptoms	लक्षणम्
वर्णरेखा	Streak	वर्णरेखा
वैद्युत रासायनिक	Electrochemical	वैद्युतं रासायनिकम्
विभाज्य	Divisible	विभाज्यम्
विभाज्योत्तक	Meristem	विभाज्योत्तकम्
विक्षेपित	Deflected	विक्षेपितम्
विविक्त	Discrete	विविक्तम्

बाह्यतम	Outermost	बाह्यतमम्
विन्यास	Configuration	विन्यासः
वरणात्मक पारगम्य झिल्ली	Selective permeable membrane	वरणात्मिका पारगम्यझिल्लिका
वाहिका	Vessels	वाहिका
वृक्क	Kidney	वृक्कम्
वसामय ऊतक	Adipose tissue	वसामय-ऊतकम्
विविधता	Diversity	विविधता
वर्गीकरण	Classification	वर्गीकरणम्
व्यवहार	Behaviour	व्यवहारः
वर्ग, क्लास	Class	वर्गः/कक्ष्या
वंश, जीन्स	Genus	वंशाणुः
विषमपोषी	Heterotroph	विषमपोषी
विभेदित	Differentiated	विभेदितम्
वृत्ताकार	Circular	वृत्ताकारः
विस्थापन	Displacement	विस्थापनम्
वेग	Velocity	वेगः
विलुप्त करना	Eliminate	विलोपनम्
व्युत्पन्न	Derive	व्युत्पन्नम्
विषुवत वृत्त	Equator	विषुवतवृत्तम्
विमा	Dimension	विमा
व्यञ्जक	Expression	व्यञ्जकम्
विन्यास	Configuration	विन्यासः
विक्षोभ	Disturbance	विक्षोभः
वायुरुद्ध	Air tight	वायुरुद्धम्
विरलन	Rarefaction	विरलनम्
वलयक	Stirrup	वलयकः
विनाशकारी	Disasterous	विनाशकारी
वायुजनित	Airborne	वायुजनितम्
वायुमंडल	Atmosphere	वायुमण्डलम्
विकिरण	Radiation	विकिरणम्
वाष्पीकरण	Evaporation	बाष्पीकरणम्
वर्णलवक	Chromoplast	वर्णलवकम्
वाष्प दाव	Vapour pressure	बाष्पपीडनम्
वाष्पन	Vaporisation, Evaporation	बाष्पणम्
वर्धन काल	Growing period	वर्धनकालः
व्युत्क्रमन	Inversion	व्युत्क्रमणम्
व्युत्क्रमित	Inverted	व्युत्क्रमितम्

वृक्षवासी	Arboreal	वृक्षवासी
वृत्तीय गति	Circular motion	वृत्तीयगतिः
वृहतधानी	Large vacuole	बृहद्धानी
वर्गिकी	Taxonomy	वर्गिकी
वाताशय	Swim bladder	वाताशयः
वनोन्मूलन	Deforestation	वनोन्मूलनम्
वनस्पतिजात	Flora	वनस्पतिजातम्
वैश्विक ऊष्णता	Global warming	वैश्विक-ऊष्णता
वृहत-पोषक	Macro-nutrients	बृहत्पोषकः
वर्मी-कम्पोस्ट	Vermi-compost	कृमिकम्पोस्तपांसुः
विदेशी नस्ल	Exotic breed	वैदेशिकजातिः
वियोजित	Resolved	वियोजितम्
विखण्डन	Fission	विखण्डनम्
विक्षेपण	Deflection	विक्षेपणम्
विशिष्ट ऊष्माधारिता	Specific heat capacity	विशिष्ट-ऊष्माधारिता
विनिर्दिष्ट	Specified	विनिर्दिष्टम्
विद्युत अपघटन	Electrolysis	विद्युत्-अपघटनम्
विद्युत चुंबकीय तरणे	Electromagnetic waves	विद्युत्-चुम्बकीयतरङ्गाः
विकर्ण	Diagonal	विकर्णः
विनिमय	Exchange	विनिमयः
विस्कासिता	Viscosity	विस्कासिता
विसकासी	Viscous	विसकासी
विस्मयकारी लक्षण	Striking feature	विस्मयकारि लक्षणम्
विदेशज	Exotic	विदेशजः
विवृत खनन	Opencast mining	विवृतं खननम्
विलयन	Solution	विलयनम्
विलयित	Dissolved	विलयितम्
विलुप्त	Extinct	विलुप्तम्
विलेय	Solute	विलेयम्
शांत	Undisturb	शान्तम्
शल्की एपिथीलियम	Squamous epithelium	शल्की-उपकला
शैवाल	Algae	शैवालः
शल्क	Scale	शल्कम्
श्वसन	Respiration	श्वसनम्
शंकवाकार	Conical	शंकवाकारः
श्लीपद (फीलपाँव) , हाथीपाँव	Elephantiasis	शिलीपदः
शुक्र	Venus	शुक्रः

शाक-नाशी	Herbicides	शाकनाशी
शिरोवक्ष	Cephalothorax	शिरोवृक्षः
शीर्ष बेधक	Top borer	शीर्षबेधकः
शीतचरण	Cold stage	शीतचरणम्
शुष्क क्षेत्र	Arid zone	शुष्कक्षेत्रम्
स्सखलन करना	Slide	स्खलनम्
समष्टि	Bulk	समष्टिः
संगलन	Fusion	संगलनम्
सामग्री	Material	सामग्री
संपीडन	Compression	सम्पीडनम्
संगलन	Melting	विगलनम्
संयोजकता	Valency	संयोजकता
संयोजन अभिक्रियाएँ	Combination reactions	संयोजन-अभिक्रियाः
संक्रमण	Infection	संक्रमणम्
संवहन तंत्र	Vascular system	संवहनतन्त्रम्
संवहन गर्भस्राव	Brucellosis	संवहनगर्भस्रावः
संचरणीय (संक्रामक) रोग	Communicable disease	संचरणीयरोगः
संतृप्त क्षेत्र	Zone of saturation	सन्तृप्तक्षेत्रम्
संतृप्त विलयन	Saturated solution	संतृप्तविलयनम्
संतति कोशिकाएँ	Daughter cells	सन्ततिकोशिकाः
समीकरण का संतुलन	Balance of equation	समीकरणस्य सन्तुलनम्
समोद्भिद	Mesophyte	समोद्भिदः
सर्पी घर्षण	Sliding friction	सर्पिघर्षणम्
सरल आवर्ती	Harmonic	सरल-आवर्ती
सदिश	Vectors	आकृतिः
सार्वत्रिक	Universal	सार्वत्रिकम्
समांगी	Homogeneous	समाङ्गी
समस्थानिक	Isotopes	समस्थानिकम्
समसूत्री विभाजन	Mitosis	समसूत्री विभाजनम्
स्पंद	Pulse	स्पन्दः
स्पंदन	Pulsation	स्पन्दनम्
स्थानबद्ध	Sessile	स्थानबद्धः
स्थूलपोषक तत्त्व	Macro-nutrients	स्थूलपोषकं तत्त्वम्
स्थलमंडल	Lithosphere	स्थलमण्डलम्
स्नेहक	Lubricants	स्नेहकम्
सिंचित मैदान	Basin	सिक्तं क्षेत्रम्
साम्यावस्था	Equilibrium	साम्यावस्था

सामिष	Non-vegetarian	मांसाहारी
सामिधातु	Semi metal	सामिधातुः
सार्वत्रिक विलायक	Universal solvent	सार्वत्रिकः विलायकः
समुद्र तल	Seabed	समुद्रतलम्
ससीमकेन्द्रक	Eukaryotes	ससीमकेन्द्रकम्
स्वच्छता	Hygiene	स्वच्छता
स्वेदनचरण	Sweating stage	स्वेदनचरणम्
स्वेदन	Sweating	स्वेदनम्
सर्वभक्षी	Omnivores	सर्वभक्षी
सुभेद्य	Vulnerable	सुभेद्यम्
स्फुरदीप्ति	Phosphorescence	स्फुरदीप्तिः
सतत् प्रावस्था	Continuous phase	सततं प्रावस्था
स्नायुविकार	Nervous disorder	स्नायुविकारः
स्नेहक तेल	Lubricating oil	स्नेहकतैलम्
सूक्ष्म पोषक तत्व	Micro-nutrients	सूक्ष्मपोषकतत्त्वम्
सगर्भता	Pregnancy	सगर्भता
संकल्पना	Concept	संकल्पना
सापेक्ष (आपेक्षिक) परमाणु द्रव्यमान		Relative atomic Mass
सापेक्षपरमाणुद्रव्यमानम्		
संघटन	Constitution	संघटनम्
स्थापित	Establish	स्थापितम्
संरक्षण	Conservation	संरक्षणम्
स्थिर-विद्युत	Static-electricity	स्थिरविद्युत्
संरचना	Structure	संरचना
सक्रिय	Reactive	सक्रियम्
संयोजन-शक्ति	Combining capacity	संयोजनशक्तिः
संयोजकता	Valency	संयोजकता
साझेदारी	Sharing	विभजनम्
स्थानान्तरण	Transfer	स्थानान्तरणम्
समस्थानिक	Isotopes	समस्थानिकम्
समभारिक	Isobars	समभारिकः
समपरासारी दाबी घोल	Iso-osmotic pressure solution	समपरासारिपीडनविलयनम्
संतति	Generation	सन्ततिः
स्टोमेटा	Stomata	स्टोमेटा-छिद्रम्
साइटोप्लाज्म	Cytoplasm	कोशिकाद्रव्यम्
स्तरित	Stratified	स्तरितम्
स्नायु	Ligament	स्नायुः

संयोजी ऊतक	Connective tissue	संयोजि-ऊतकम्
स्तम्भाकार एपिथीलियम	Columnar epithelium	स्तम्भाकार-उपकला
सूक्ष्मदर्शी	Microscope	सूक्ष्मदर्शी
समुदाय	Community	समुदायः
संघ, फाइलम	Phylum	
स्वपोषी	Autotroph	स्वपोषी
सहजीवी	Symbiotic	सहजीवी
संवहन	Conduction	संवहनम्
समतापी	Warm blooded	समतापी
स्वेद	Sweat	स्वेदः
स्तनधारी, मेमेलिया	Mammalia	स्तनपायी
संकेत	Symbol	सङ्केतः
सांकेतिक	Reference	साङ्केतिकम्
संकेत पटल	Sign board	सङ्केतपटलम्
संलग्न	Enclose	संलग्नम्
समलंब	Trapezium	समलम्बः
संवेग	Momentum	संवेगः
संरक्षण	Conservation	संरक्षणम्
संघट्टन	Collision	संघट्टनम्
स्थायी ऊतक	Permanent Tissue	स्थायि-ऊतकम्
स्कलेरेंकाइमा	Sclerenchyma	
संवहन बंडल	Vascular Bundle	संवहनबन्धः
सैफ्रैनीन	Safrannin	
स्पर्श रेखा	Tangent	स्पर्शरेखा
सिद्धान्तवादी	Theorist	सिद्धान्तवादी
संश्लेषण	Synthesis	संश्लेषणम्
स्थिर, नियत	Constant	स्थिरम्/नियतम्
संकल्पना, धारणा	Concept	सङ्कल्पना/धारणा
स्रोत	Source	स्रोतः
स्थितिज ऊर्जा	Potential energy	स्थितिज-ऊर्जा
सत्ता	Entity	सत्ता
संरक्षण	Conservation	संरक्षणम्
स्वरित्र द्विभुज	Tuning fork	स्वरित्र-द्विभुजम्
स्वर	Note	स्वरः
संपीडन	Compression	सम्पीडनम्
संचरण	Propagation	सञ्चरणम्
संसूचक	Detector	संसूचकम्

समय अंतराल	Time interval	समय-अन्तरालम्
स्पंद	Pulse	स्पन्दः
संवेदी	Sensitive	संवेदी
स्वास्थ्य	Health	स्वास्थ्यम्
संक्रामक	Infectious	सङ्क्रामकम्
सूक्ष्मजीवी	Micro-organism	सूक्ष्मजीवी
संचरणीय रोग	Communicable disease	सञ्चरणीयरोगः
स्वास्थ्य विज्ञान	Hygienic	स्वास्थ्यविज्ञानम्
सूक्ष्मदर्शीय	Microscopic	सूक्ष्मदर्शीयम्
संपदा	Resources	सम्पद्
स्थल मंडल	Lithosphere	स्थलमण्डलम्
संवहन	Convection	संवहनम्
संघनन	Condensation	संघननम्
स्थलीय	Terrestrial	स्थलीयम्
संपूषणीय	Sustainability	सम्पूषणीयम्
स्थिरीकरण	Fixation	स्थिरीकरणम्
संकरण	Hybridisation	सङ्करणम्
सूक्ष्म-पोषक	Micro-nutrients	सूक्ष्मपोषकः
सांद्र	Concentrate	सान्द्रम्
सिक्के मुद्राप्रणाली	Coinage system	नाडकप्रणाली
स्थिर गुम्बदी	Fixed dome	
सैलखड़ी	Soapstone	
संक्षारण	Corrosion	संक्षारणम्
संकर नस्ल	Cross breed	संकरजातिः
संकर	Hybrid	संकरम्
संकुलित	Packed	संकुलितम्
संविचन	Fabrication	संविचनम्
सरेखित	Aligned	सरेखितम्
संक्रमण	Transition	सङ्क्रमणम्
संतृप्त वाष्प	Saturated vapour	संतृप्तवाष्पः
सीमान्त घर्षण	Limiting friction	सीमान्तघर्षणम्
संकुलन	Congestion	संकुलनम्
संकेन्द्रित	Concentrates	सङ्केन्द्रितम्
संकटापन्न	Endangered	सङ्कटापन्नम्
संश्लिष्ट तंतु	Synthetic fibre	संश्लिष्टतंतुः
संदूषित	Contaminated	सन्दूषितम्
संदूषण	Contamination spoilage	सन्दूषणम्

हृद पेशी
हिम शैल
हृदय
हरी-खाद
हिमनद
हिमखंड
हिमांक
हरित क्रान्ति
हरित लवक
हीनताजन्य रोग
ऋणायन
श्रमविभाजन
शृङ्ग
श्रव्यता का परिसर
श्रवण नलिका
श्रेणीकरण
क्षय रोग
क्षययोग्य
क्षैतिज
त्रिक
त्रिक बिंदु
त्रिकोरकी
त्रिविमीय व्यवस्था

Heart muscles
Iceberg
Heart
Green manure
Glaciers
Iceberg
Freezing point
Green revolution
Chloroplast
Deficiency disease
Anion
Division of labour
Crest
Range of hearing
Auditory canal
Gradation
Tuberculosis
Exhaustible
Horizontal column
Triads
Triple point
Triploblastic
Spatial arrangement

हृत्पेशी
हिमशैलम्
हृदयम्
हरितपांसुः
हिमनदः
हिमखण्डः
हिमाङ्कः
हरितक्रान्तिः
हरितलवकः
हीनताजन्यरोगः
ऋणायनम्
श्रमविभाजनम्
शृङ्गः
श्रव्यतापरिसरः
श्रवणनलिका
श्रेणीकरणम्
क्षयरोगः
क्षययोग्यम्
क्षैतिजम्
त्रिकम्
त्रिकबिन्दुः
त्रिकोरकी
त्रिविमीयव्यवस्था



0965



राष्ट्रीयशैक्षिकानुसंधानप्रशिक्षणपरिषद्
NATIONAL COUNCIL OF EDUCATIONL RESEARCH AND TRAINING

ISBN 81-7450-513-X